UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustrias

TEMA:

DESARROLLO DE UN PRODUCTO CRIODESECADO FERMENTADO CON CARACTERÍSTICAS PREBIÓTICAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.

AUTORA:

Britney Alejandra Bajaña Gaibor

TUTOR:

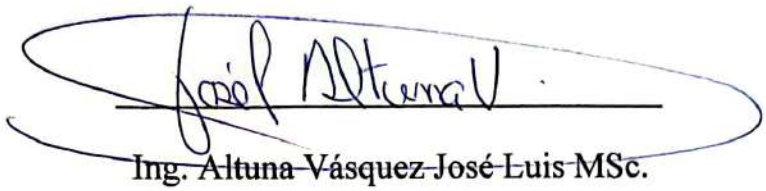
Ing. José Luis Altuna Vásquez MSc.

Guaranda – Ecuador

2024

DESARROLLO DE UN PRODUCTO CRIODESECADO FERMENTADO CON CARACTERÍSTICAS PREBIÓTICAS

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Altuna Vásquez José Luis MSc.

TUTOR



Ing. Moreno Mejía Carlos Roberto PhD.

PAR LECTOR



Ing. Bayas Morejón Isidro Favián PhD.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Britney Alejandra Bajaña Gaibor, con CI: 1208400919 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Autor
CI: 1208400919

Ing. José Luis Altuna MSc.
Tutor
CI: 1802538056

NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN MONTALVO - LOS RÍOS
De acuerdo con la facultad prevista en el número 5 Art. 18 de la Ley Notarial, doy fe de la copia que antecede es igual al documento presentado ante mí y cuyo original devuelvo al interesado en ..... hojas.
Montalvo, a 12 JUN 2024

Ab. MSc. Javier Peñafiel Alcivar
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN MONTALVO

ESCRITURA PUBLICA DE DECLARACIÓN JURAMENTADA QUE HACE LA SEÑORITA BRITNEY ALEJANDRA BAJAÑA GAIBOR. - CUANTIA: INDETERMINADA.

20241203001P00888 DI: 2 COPIAS A.M

En el Cantón Montalvo, Cabecera Cantonal del mismo nombre Provincia de Los Ríos, República del Ecuador, a los catorce días del mes de junio del año dos mil veinte y cuatro, ante mí **Abogado JAVIER PEÑAFIEL ALCIVAR**, Notario Titular de la Notaria Primera del Cantón Montalvo; comparecen por sus propios derechos la señorita: **BRITNEY ALEJANDRA BAJAÑA GAIBOR,** quien declara ser mayor de edad, de nacionalidad ecuatoriana, de estado civil soltera, de ocupación o profesión estudiante, domiciliado en este Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos; hábil y capaz para obligarse y contratar, la información personal fue proporcionada por la compareciente por lo que su veracidad es de su exclusiva responsabilidad; es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, hábil para contratar y obligarse, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme presentado su cédula de ciudadanía y certificado de votación cuya fotocopia solicita sean agregada debidamente certificada y autorizándome de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles a la obtención de su información en el Registro Personal Único, cuyo

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - **WhatsApp:** 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

ratifican y firman, en unidad de acto conmigo el Notario de todo lo cual doy fe.-

BRITNEY ALEJANDRA BAJAÑA GAIBOR
CC# 1208400919

NOTARÍA PRIMERA 1 Notaría Primera Javier Peñafiel MONTALVO - LOS RIOS - ECUADOR

SE OTORGÓ ANTE MI EN FÉ DE ELLO CONFIERO ESTA ..1.. COPIA CERTIFICADA, FIRMO SELLO Y RUBRÍCO. EN EL MISMO LUGAR Y FECHA DE SU CELEBRACIÓN EN .....FOJAS.

Ab. Msc. Javier Peñafiel Alcivar
NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN MONTALVO

NOTARÍA PRIMERA 1 Notaría Primera Javier Peñafiel MONTALVO - LOS RIOS - ECUADOR

Dirección: 24 de Mayo, entre 10 de Agosto y Babahoyo
Referencia Parque Central
Tlf.: 052953747 - **WhatsApp:** 0999820668
Correo: abogadoxavi@hotmail.com

NOMBRE DEL TRABAJO

Desarrollo de un producto criodesecado fermentado con características prebiotic as.pdf

AUTOR

Britney Alejandra Bajaña Gaibor

RECUENTO DE PALABRAS

23214 Words

RECUENTO DE CARACTERES

122235 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

126 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 12, 2024 2:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 12, 2024 2:34 PM GMT-5

6% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref

Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados

.....

ING. JOSE LUIS ALTUNA MSC.

TUTOR

180253805-6

DEDICATORIA

Este presente trabajo de investigación está dedicado....

A mis padres Henrry Bajaña y Gladys Gaibor, han sido pilar fundamental en cada uno de mis logros con mucho esfuerzo, amor y confianza me han apoyado en cada una de mis objetivos, motivándome a seguir a delante para nunca rendirme, me siento tan afortunada de tenerlos como padres. Mis hermanos Jordy y Jefferson, por su cariño y estar presentes en cada etapa, a pesar de todo siempre nos tenemos en uno al otro apoyándonos.

A mi pareja Víctor Manuel, mi compañero quien con amor y paciencia ha sido motivación en cada momento, su presencia en mi vida ha sido fuente de inspiración, amor y apoyo incondicional.

Agradecida con cada uno de ustedes, los amo mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida, permitiendo cumplirme con cada objetivo planteado.

Agradezco de manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustrias, por haber permitido desarrollar mis estudios de tercer nivel. Así como al Laboratorio de Investigación y Vinculación por brindarme sus instalaciones para la realización de este proyecto de investigación.

A mi tutor el Ing. José Luis Altuna, los miembros de tribunal el Ing. Favián Bayas, Ing. Carlos Moreno, por dirigirme en el proceso de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.4.1. Hipótesis alterna	6
1.4.2. Hipótesis nula	6
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Yogur	7
2.1.1. Tipos de yogur	7
2.1.2. Composición y beneficios del yogur	8
2.2. Trigo *(Triticum spp)*	9

2.2.1. Taxonomía 10
2.3. Inulina 10
2.3.1. Beneficios de la inulina 11
2.4. Salvado del trigo 12
2.4.1. Valor nutricional 13
2.4.2. Beneficios del salvado de trigo 13
2.5. Criodesecación 14
2.5.1. Etapas de criodesecación 14
2.6. Prebiótico 16
CAPÍTULO III 18
3. MARCO METODOLÓGICO 18
3.1. Ubicación y características de la investigación 18
3.1.1. Localización de investigación 18
3.1.2. Situación geográfica y climática 18
3.2. Metodología 18
3.2.1. Material en estudio 18
3.2.2. Factores en estudio 20
3.2.3. Tratamientos 20
3.2.4. Diseño experimental 21
3.3. Manejo de la investigación 24
3.3.1. Caracterización de las materias primas para la obtención de un producto criodesecado 24
3.3.2. Determinación del porcentaje óptimo de las materias primas para la obtención de un producto fermentado bebible. 25
3.3.3. Desarrollo de un producto fermentado criodesecado enriquecido con fibra 25

3.3.4. Análisis de características físicas, químicas y microbiológicas del mejor producto criodesecado 30

CAPÍTULO IV 31

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31

4.1. Resultados de la caracterización físico química de la materia prima 31

4.2. Análisis de los resultados del yogur bebible 31

4.2.1. Variable de Fibra 32

4.2.2. Variable de Grasa 39

4.2.3. Variable pH 43

4.2.4. Variable Proteína 48

4.3. Análisis de los resultados del producto criodesecado fermentado con características prebióticas 53

4.3.1. Efecto del producto criosecado sobre la fibra 53

4.3.2. Efecto del producto criodesecado sobre la proteína 57

4.4. Resultados de la evaluación sensorial al producto liofilizado para determinar el mejor tratamiento 61

4.4.1. Criterio Color 61

4.4.2. Criterio Olor 63

4.4.3. Criterio Sabor 64

4.4.4. Criterio Textura 66

4.4.5. Criterio Aceptabilidad 67

4.4.6. Mejor tratamiento criodesecado 69

4.5. Análisis físico químico y microbiológico del mejor tratamiento 69

4.5.1. Fibra 70

4.5.2. Proteína 70

4.5.3. Calcio 71

4.5.4. Humedad 72

4.5.5. Ceniza 72

4.5.6. Grasa 73

4.5.7. Conteo de *Lactobacillus spp* 74

4.6. Imagen comercial del producto 75

4.7. Comprobación de hipótesis 76

CAPÍTULO V 78

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 78

5.1. Conclusiones 78

5.2. Recomendaciones 80

BIBLIOGRAFÍA 82

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N.º		Pág.
1.	Composición del yogur	8
2.	Taxonomía del trigo	10
3.	Composición nutricional del salvado de trigo	13
4.	Situación geográfica y climática	18
5.	Equipos usado en la elaboración del producto criodesecado	19
6.	Factores y niveles en estudio	20
7.	Tratamientos y detalle niveles	21
8.	Modelo Análisis de varianza (ANOVA)	22
9.	Modelo Análisis de varianza (ANOVA) para un DBCA	23
10.	Análisis leche cruda	24
11.	Análisis de las fibras	25
12.	Análisis del yogur bebible	25
13.	Análisis físico, químico y microbiológico del producto criodesecado	30
14.	Resultados obtenidos de los análisis de la leche de vaca	31
15.	Resultados de fibra del yogur bebible expresado en (%)	32
16.	Análisis de varianza de la variable de respuesta Fibra	33
17.	Optimización de la respuesta	34
18.	Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra	35
19.	Pruebas de Normalidad para Fibra	36
20.	Análisis de varianza de Fibra con la exclusión de la interacción AxB	36
21.	Optimización de la respuesta con la exclusión de la interacción AxB	37
22.	Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra con exclusión de la interacción AxB	38
23.	Resultados de grasa del yogur bebible expresado en (%)	39
24.	Análisis de Varianza para Grasa	40
25.	Optimización de respuesta	41
26.	Coeficiente de regresión	41
27.	Resultados de pH del yogur bebible expresado en (%)	43
28.	Análisis de varianza de la variable pH	43
29.	Optimización de la respuesta	45

30. Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje pH 45
31. Resultados de proteína yogur bebible expresado en (%) 48
32. Análisis de varianza de la variable Proteína 48
33. Optimización de la respuesta 50
34. Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje de Proteína 50
35. Resultados de fibra en el yogurt criodesecado, expresada en (%) 53
36. Análisis de varianza para la variable respuesta porcentaje Fibra 54
37. Optimización de la respuesta 56
38. Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra 56
39. Resultados de proteína en el yogurt criodesecado, expresada en (%) 57
40. Análisis de varianza para la variable Proteína 58
41. Optimización de la respuesta 60
42. Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Proteína 60
43. Análisis de varianza para la variable respuesta Color 61
44. Prueba de rangos múltiples para la variable respuesta Color 62
45. Análisis de varianza para la variable respuesta Olor 63
46. Pruebas de rangos múltiples para la variable respuesta Olor 64
47. Análisis de varianza para la variable respuesta Sabor 64
48. Prueba de rangos múltiples de la variable respuesta Sabor 65
49. Análisis de varianza de la variable respuesta Textura 66
50. Prueba de rangos múltiples de la variable respuesta Textura 67
51. Análisis de varianza de la variable respuesta Aceptabilidad 67
52. Prueba de Rangos múltiples de la variable respuesta Aceptabilidad 68
53. Análisis físico, químico y microbiológico del producto criodesecado 69
54. Comprobación de hipótesis 76

ÍNDICE DE FIGURAS

N° **Pág.**

1. Representación geométrica del diseño 2^k 21
2. Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Fibra. 34
3. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Fibra 35
4. Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Fibra con exclusión de la interacción AxB 37
5. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Fibra con exclusión de la interacción AxB 39
6. Grafica de efectos principales para la variable respuesta Grasa 40
7. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Grasa 42
8. Gráfico de efectos principales para la variable respuesta pH. 44
9. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta pH 47
10. Grafica de interacciones para pH 47
11. Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Proteína. 49
12. Gráfico de interacciones Proteína 50
13. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Proteína 52
14. Gráfico de efectos principales para la variable porcentaje de Fibra 55
15. Gráfico de interacción para la variable respuesta porcentaje de Fibra 55
16. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta % Fibra 57
17. Gráfico de efectos principales para la variable porcentaje de Proteína 59
18. Gráfico de interacción para la variable respuesta porcentaje de Proteína 59
19. Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta % Proteína 61
20. Gráfico de medias para la variable respuesta Color 62
21. Gráfico de medias para la variable respuesta Olor 63
22. Gráfico de medias de la variable respuesta Sabor 65
23. Gráfico de medias de la variable respuesta Textura 66
24. Gráfico de medias de la variable respuesta Aceptabilidad 68
25. Etiqueta del producto final 75

ÍNDICE DE ANEXOS

N°

1 Localización de la investigación

2 Análisis de laboratorio

3 Manejo de ensayo

4 Imagen comercial

5 Formato de análisis sensorial

6 Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue obtener un producto fermentado criodesecado con características prebióticas utilizando dos tipos de fibra inulina y salvado de trigo. Este estudio se realizó con el propósito de desarrollar y ofrecer una innovadora alternativa de la industria de los productos lácteos, un yogur tipo snack que se caracteriza por su alto contenido de fibra y proteína aportando un valor nutricional diferenciado. Se ejecutó un diseño experimental 2^2 (2×2) donde se obtuvo 4 tratamientos cada una con una réplica las variables de respuestas para el yogur bebible fueron fibra, proteína, grasa, pH. Previo a analizar la variable de respuesta se realizó un análisis físico, químico a la materia prima obteniendo un resultado eficaz según la normativa INEN 9;2012, seguidamente se cumplió con el diagrama de proceso para poder elaborar el yogur con características prebióticas para posterior liofilización a la temperatura de -56,4°C. En lo relacionado a la variable de respuesta se obtuvo un valor óptimo de fibra 6,11%, grasa 3,6%, pH 4,49, proteína 4,22%. Destacando el T4 (2% inulina – 4% salvado de trigo) en sus características bromatológicas. Rápidamente se llevó a cabo un análisis sensorial para determinar al mejor tratamiento cuyo tratamiento se consideró para posterior análisis y desarrollo se realizó mediante una hoja de catación como resultado de este proceso se obtuvo que el T1(1% inulina – 2% salvado de trigo) fue el mejor en todas sus características organolépticas, se ejecutó un análisis físico, químico y microbiológico donde se obtuvo un valor de fibra 9,09%, proteína 28,01%, grasa 12,80%, humedad 5,30%, ceniza 2,30%, calcio 543.59 mg/100g, conteo de *lactobacillus* 1,00 ± 0,27 x 10^7 UFC. Finalmente, se diseñó la etiqueta del producto criodesecado. Se concluyó que el desarrollo de este producto es factible y prometedor, respaldando su viabilidad como opción saludable y nutricionalmente beneficiosa para los consumidores.

Palabras claves: Yogur, liofilizado, Inulina, Salvado de trigo, Criodesecado

SUMMARY

The objective of the research was to obtain a cryodried fermented product with prebiotic characteristics using two types of inulin fiber and wheat bran. This study was carried out with the purpose of developing and offering an innovative alternative in the dairy industry, a snack type yogurt characterized by its high fiber and protein content, providing a differentiated nutritional value. An experimental design 22 (2×2) was executed where 4 treatments were obtained, each with one replicate, the response variables for the drinkable yogurt were fiber, protein, fat, pH. Prior to analyzing the response variable, a physical and chemical analysis of the raw material was carried out, obtaining an effective result according to INEN 9;2012 standards, followed by a process diagram to prepare yogurt with prebiotic characteristics for subsequent freeze-drying at a temperature of -56.4°C. In relation to the response variable, an optimum value of fiber 6.11%, fat 3.6%, pH 4.49, protein 4.22% was obtained. T4 (2% inulin - 4% wheat bran) stood out for its bromatological characteristics. A sensory analysis was quickly carried out to determine the best treatment which treatment was considered for further analysis and development was carried out by means of a tasting sheet as a result of this process it was obtained that T1 (1% inulin - 2% wheat bran) was the best in all its organoleptic characteristics, a physical, chemical and microbiological analysis was executed where a value of fiber 9.09%, protein 28.01%, fat 12.80%, moisture 5.30%, ash 2.30%, calcium 543. 59 mg/100g, lactobacillus count 1.00 ± 0.27 x 107 CFU. Finally, the label of the cryodried product was designed. It was concluded that the development of this product is feasible and promising, supporting its viability as a healthy and nutritionally beneficial option for consumers.

Key words: Yogurt, freeze-dried, Inulin, Wheat bran, Cryodried.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El yogur es el producto de la fermentación de la leche, se produce por la acción de dos bacterias lácticas específicas de uso alimentario que son el *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Este proceso provoca la descomposición de la lactosa, el azúcar de la leche, en ácido láctico. El yogur, para su consumo, debe contener al menos de 1×10^7 unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro. Es un producto que se utiliza mucho no sólo por su sabor y versatilidad, sino también por la beneficios y nutrientes que aporta proteínas, calcio, vitaminas A, E, K y vitaminas del grupo B. Las enzimas del yogur facilitan la digestión ayudan a prevenir determinadas infecciones relacionados con el colon y aumentar nuestras defensas inmunitarias (Dieci, 2021).

Las proteínas del yogur se consideran de elevada digestibilidad debido a la acción de diferentes bacterias proteolíticas que actúan durante el proceso de formación del producto, liberando péptidos y aminoácidos (Babio, 2019).

Un liofilizador es una máquina encargada del proceso de liofilización, también conocido anteriormente como criodesecación, que no es más que el método de secado por frío y posterior sublimación del hielo de un material que ha sido congelado previamente. Este proceso se da debido a que el agua que contiene el producto pasa directamente de estado sólido al estado de vapor obviando el estado líquido.

En la actualidad los alimentos que pasan por el proceso de criodesecación brindan grandes beneficios al consumidor, estos son de utilidad para montañistas, militares, astronautas y el público en general. El yogur liofilizado es un producto en polvo con cultivos lácticos que fermentan la leche y dan como resultado un yogur nutritivo. Las bacterias lácticas presentes en el yogur se deshidratan mediante la liofilización estás se mantienen vivas, luego se fermenta la leche y se obtiene el producto 100% natural (Kalstein, 2021).

El salvado de trigo es un ingrediente preciado no solo por su fibra, sino también por el resto de los nutrientes que aporta. Y es que estas cascarillas son también una fuente de proteína y grasa, principalmente y no tanto de azúcares. Además, aporta minerales como el hierro, magnesio, selenio, zinc, asimismo es importante para el sistema inmunitario. También contiene vitaminas, principalmente el grupo B. Esta parte externa que protege el cereal es un tesoro de nutrientes que no se deben menospreciar (Gullón, 2020).

La inulina es un fructooligosacárido tipo de fibra saludable que se obtiene de las raíces, rizomas y tubérculos. Una vez que se ingiere la inulina proporciona algunos beneficios a nuestro organismo. Además, es una fibra soluble y por sus características, se comercializa como ingrediente de todo tipo de complementos alimenticios, destacan su actividad prebiótica y que estimula el crecimiento de la flora intestinal, por lo que es beneficiosa para nuestro sistema digestivo (Pato, 2022).

Los prebióticos previenen la colonización en el intestino humano por microorganismos patógenos ya que estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas que pueden clasificarse como comensales intestinales beneficiosos. Estos se fermentan en el intestino grueso para estimular selectivamente el crecimiento de bacterias de tipo probiótico que forman parte de la microbiota intestinal comensal. Se piensa en los prebióticos como una forma efectiva, saludable y relativamente económica para potenciar las defensas a nivel del tracto intestinal (Primio, 2021).

La biotecnología es el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre. Así, la biotecnología tiene una larga historia, que se remonta a la fabricación del vino, pan, queso y yogur. El descubrimiento de que el jugo de uva fermentado se convierte en vino, que la leche puede convertirse en queso o yogur, o que se puede hacer cerveza fermentando soluciones de malta y lúpulo fue el comienzo de la biotecnología, hace miles de años (Argebio, 2020).

1.2. PROBLEMA

En los últimos años, las personas han mostrado un gran interés por ingerir alimentos que, además de su valor nutricional, sean beneficiosos para el funcionamiento fisiológico del cuerpo humano.

Actualmente, la presencia de una determinada cantidad de inulina o sus derivados en productos alimenticios puede considerarse como "alimento funcional". Debido al efecto positivo a la salud mejorando las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad. El crecimiento del mercado de alimentos funcionales requiere de análisis de los productos utilizados en el mismo para confirmar su efectividad.

En los últimos años, la demanda de productos prebióticos ha crecido debido a innumerables historias y testimonios sobre sus beneficios. El consumo y la investigación de prebióticos han aumentado significativamente en el Ecuador. Los prebióticos más importantes y estudiados son la inulina y la oligofructosa, que son ingredientes alimentarios naturales derivados de la raíz de achicoria.

El salvado de trigo se destina principalmente al consumo animal, por lo que algunos de sus componentes son subutilizados, representando oportunidades de valor agregado. Constituye las capas externas del grano y contiene hasta 18 % en peso de proteínas con mejor calidad que las de la harina. Estas proteínas no son aprovechadas debido a que la mayoría están protegidas por una matriz de polisacáridos, indigerible para el sistema gastrointestinal humano, por lo que es necesaria su extracción.

De ahí surgió el interés de evaluar los efectos de las fibras mediante el estudio de las propiedades organolépticas del yogur criodesecado. Las personas ahora están acostumbradas a comer alimentos ricos en grasas, alto en azúcar y de baja calidad nutricional, lo que aumenta el riesgo de obesidad y otras enfermedades, esto hace necesaria la búsqueda de productos que puedan sustituirlos, para las personas que deseen tener una mejor salud.

Actualmente, se está poniendo en duda si algunos alimentos realmente tienen los efectos prebióticos que todo el mundo daba por supuestos, debido a que estos contienen muchas propiedades nutricionales que contribuyen a combatir y prevenir enfermedades intestinales en las que se encuentra expuestas las personas provocadas por la mala alimentación.

La deficiencia de fibra en la dieta puede ser un factor importante de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon, estreñimiento, indicó el miembro del Departamento Metabolismo y Nutrición del Instituto del Frío del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (Mediatrader, 2019).

En contexto de lo antes expuesto, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un yogur criodesecado enriquecido en fibra, como fuente de vitamina, mineral y proteínas en beneficio al consumo humano.

En cuanto a lo mencionado, se realiza la siguiente pregunta de investigación:

¿Mediante el proceso de criodesecación, será posible obtener un yogur criodesecado con características prebióticas aceptable a partir del enriquecimiento de fibras a base del salvado de trigo e inulina?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un producto fermentado criodesecado con características prebióticas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las materias primas para la obtención de un producto criodesecado.
- Determinar el porcentaje óptimo de las materias primas para la obtención de un producto fermentado bebible.
- Desarrollar un producto fermentado criodesecado enriquecido con fibra.
- Realizar una evaluación sensorial del producto terminado para determinar el mejor tratamiento.
- Analizar las características físicas, químicas y microbiológicas del mejor producto criodesecado.
- Diseñar una imagen comercial del producto.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis alterna

El desarrollo de un producto fermentado criodesecado con características prebióticas, influye en el porcentaje de fibra y proteína.

1.4.2. Hipótesis nula

El desarrollo de un producto fermentado criodesecado con características prebióticas, no influye en el porcentaje de fibra y proteína.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Yogur

El yogur es un gel de apariencia viscosa, resultante de la acidificación microbiana de la leche. Intervienen en su fermentación ácido láctica las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus y Streptococcus salivarus subsp thermophilus*, (Salvatierra, 2019).

Para la elaboración del yogur se requiere leche y fermentos lácticos, siendo importante que la leche cumpla el requisito de estar en óptimas condiciones sanitarias, lo que se logra al ser sometida a proceso de pasteurización, además, no debe poseer antibióticos, para que pueda ocurrir la fermentación láctica de manera adecuada, y obtener un producto alimenticio con características fisicoquímicas y microbiológicas aceptables (Rivera et al., 2019).

Los microorganismos productores de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en una cantidad mínima de 1×10^7 colonias por gramo o mililitro en el producto terminado. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables (CODEX, 2020). Por el contrario, NTE INEN 2395:2011 Leches Fermentadas. Requisitos establece para bacterias probióticas un mínimo de 106 UFC/g.

Villamil et al., (2020) afirma que el yogur tiene atributos de los cuales destaca: fuente importante para la absorción de calcio por sus cultivos presentes, al incrementar su flora microbiana presenta beneficios en el tracto intestinal y reduce los síntomas de la intolerancia a la lactosa. Se encuentra disponible en el mercado una gama muy amplia de yogures (mousses de yogur, yogur desnatado, yogur probiótico, bebidas líquidas de yogur, helados de yogur), con una diversificación sorprendente en cuanto a la calidad y precio

2.1.1. Tipos de yogur

De acuerdo a la Norma INEN 2395:2011

Según el contenido de grasa se clasifica en:

- Entero
- Semidescremado
- Descremado (INEN, 2011)

2.1.2. Composición y beneficios del yogur

Tabla 1

Composición del yogur

Composición del yogur/100gr	
Nutrientes	Yogur Natural
Potasio (mg)	186
Calcio (mg)	145
Fósforo (mg)	114
Energía (Kcal)	62
Sodio (mg)	47
Carbohidratos (g)	4,0
Magnesio (mg)	14
Proteínas (g)	3,4
Grasa (g)	3,2
Hierro (mg)	0,09

Fuente: Gil, (2020)

2.1.2.1. Beneficios del yogur

El yogur es un alimento de consumo diario por las propiedades nutricionales que presenta, las cuales se han comprobado por diversos estudios realizados. Es una fuente de proteínas y calcio, algunos yogures no poseen grasa ni colesterol en cantidades altas (Cruz et al., 2020).

- **Mejora la tolerancia a la lactosa**

El consumo de yogur disminuye la intolerancia a la lactosa por medio de las bacterias lácticas que aumentan la actividad láctica en el intestino delgado (Gil, 2020).

- **Previene y mejora los síntomas de la diarrea**

Las bacterias *lactobacillus* no son digeridas, se quedan en las paredes del intestino grueso combatiendo bacterias dañinas y provoca efectos beneficiosos sobre la flora intestinal y mejora la digestión (Cabrera, 2021).

- **Inhibe la proliferación del cáncer**

El yogur contiene los *lactobacilos y bifidobacterias* que se encargan de reducir las sustancias cancerígenas evitando el progreso del mismo (Gil, 2020).

- **Reducción del colesterol**

El yogur es un alimento favorable que disminuye el colesterol en la sangre en más de un 3% cuando se consume 200 g diarios, este efecto es causado por la adición de las bacterias lácticas en el intestino y reducen su absorción, razón por la cual también previene el riesgo de enfermedades cardiacas (Cruz et al., 2020).

El yogur, al contener la proteína de la leche ya fermentada, causa un efecto beneficioso en la flora intestinal mejorando la digestión, también por contener sus características físico-químicas ayudan asimilar los nutrientes y por tener su pH bajo colabora en el proceso de mineralización de los huesos (Cabrera, 2021).

2.2. Trigo *(Triticum spp)*

El trigo es una de las materias primas más utilizadas en todo el mundo. Este producto es destinado tanto para alimentación humana, como para alimentación animal. Se encuentra ubicado entre los tres cereales más producidos del mundo junto con el maíz y el arroz. Pertenece al género *Triticum spp*., de la familia Poaceae o también llamada Gramíneas, que constituyen el grupo más importante en alimentación mundial (Sáenz, 2021).

El trigo, no solo se utiliza como un rubro de materia prima en la elaboración de otros productos alimenticios, bajo la presentación de un grano, sino que, a su vez, es principalmente consumido en forma de harinas. Dicho material se genera posterior al procesamiento de este cereal, a través de un molino, siendo luego usado para preparar pastas, panes, masas o productos de la línea dietética. Este alimento en comparación con otros de la cesta básica, ya sea frutas, hortalizas o carnes, es un cereal bastante económico, por lo que ha permitido abrirse espacio es las despensas de los hogares (Agronomía, 2021).

En este contexto, el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) está impulsando el cultivo de trigo en el Ecuador, mediante la producción de semillas con énfasis en la generación de variedades mejoradas que presentan buenas características, con resistencia a las principales enfermedades y de buena calidad molinera (INIAP, 2020).

2.2.1. Taxonomía

Tabla 2

Taxonomía del trigo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Triticeae
Género:	*Triticum*
Especie:	*Triticum aestivum*

Adaptado de: Agronomía, (2021)

2.3. Inulina

La inulina es una forma natural de carbohidratos y es la forma de almacenamiento de energía de muchas plantas. La inulina se clasifica como un "fructano", que es un polisacárido (una larga cadena de azúcares) compuesto de azúcar y fructosa, que se encuentra comúnmente en las frutas y verduras. Sin embargo, a diferencia de la fructosa 'azúcar simple' que se encuentra en las frutas que se absorben en el intestino delgado para usar como energía o almacenarse en el cuerpo, la inulina (o al menos una buena parte de ella) sobrevive a la digestión y entra en el colon y se convierte en un combustible para nuestras bacterias intestinales, por lo que solo proporciona alrededor de 1,5 kcal por gramo en comparación con 4 kcal de otros azúcares y carbohidratos (Pérez, 2021).

Es un carbohidrato no digerible que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales por tanto forma parte de nuestra dieta diaria. En la actualidad, a nivel industrial se extrae

de la raíz de la achicoria *(Cichorium intybus)* y se utiliza ampliamente como ingrediente en alimentos funcionales ofreciendo ventajas tecnológicas e importantes beneficios a la salud (Madrigal, 2019).

La inulina se clasifica como un prebiótico y, al apoyar a nuestra buena bacteria intestinal, por defecto, también es compatible con la salud general. Proporcionar a nuestras bacterias intestinales los tipos de combustible adecuados, especialmente fibra soluble, promueve la salud general ya que las bacterias intestinales son importantes para producir ciertas vitaminas, proporciona combustible para el sistema digestivo y soporta una fuerte "barrera intestinal" para proteger contra los patógenos (Aburto, 2019).

2.3.1. Beneficios de la inulina

El estado de nuestra flora intestinal dependerá en gran medida del estilo de vida que llevamos. El estrés, el uso de medicamentos, o cambios en la alimentación podrían alterarla y provocar algunos desequilibrios que nos harían más vulnerables a ciertas enfermedades. Por ello, el consumo de prebióticos y probióticos resulta ser altamente aconsejable para nuestra salud.

- Beneficia la nutrición de bacterias que naturalmente habitan en nuestro intestino formando la flora intestinal, la cual ejerce funciones de gran importancia en el cuerpo.
- Mejora la digestión de los alimentos que ingerimos.
- Una dieta rica en inulina contribuye también a una mejor asimilación de ciertos minerales como el calcio y el magnesio.
- Reduce los gases, previene el estreñimiento y la inflamación intestinal.
- Ayuda en la pérdida de peso, ya que mejora los índices de leptina, hormona de la saciedad, y grelina, hormona del hambre.
- Baja los niveles de triglicéridos y controla nuestro colesterol. Por ello, evita el hipercolesterolemia y nos previene de la aparición de futuras enfermedades cardíacas.
- Evita la aparición de cáncer de colon y el riesgo de diabetes (Benítez, 2019)

2.4. Salvado del trigo

El salvado de trigo es la capa exterior del grano de trigo, la cáscara que queda después de la molienda. Procede de las cinco capas más externas del cereal: la cutícula, el epicarpio, el endocarpio, la testa y la aleurona. La cascarilla aporta muchos beneficios pues contiene:

- Fibra insoluble: no se digiere y promueve el movimiento del material a través del aparato digestivo, aumentando el volumen de las heces.
- Vitaminas, principalmente las de tipo B. También tiene vitaminas E, A y K.
- Hierro: ayuda a los glóbulos rojos a transportar el oxígeno desde los pulmones a las células de todo el cuerpo.
- Magnesio, potasio, sodio, fósforo y zinc, importantes para fortalecer el sistema inmunitario.
- Selenio: un potente antioxidante que previene el daño celular.
- Proteínas: ayudan a fabricar, regenerar y mantener nuestros tejidos.
- Grasas: aportan energía y ayudan a absorber vitaminas

La fibra insoluble se llama así porque, en contacto con el agua, no forma geles viscosos como la celulosa, la hemicelulosa o la lignina. Alimentos ricos en este tipo de fibras son los cereales integrales (pan, arroz y pasta integrales), las legumbres y, en menor proporción, algunas verduras y hortalizas como alcachofas, espinacas, acelgas, judías verdes, lechuga, zanahoria y tomate crudo (Consumer, 2022).

2.4.1. Valor nutricional

Tabla 3

Composición nutricional del salvado de trigo

Composición nutricional del salvado de trigo por 100 g		
Composición	Cantidad (g)	CDR(%)
kcalorías	273,00	14,3%
Carbohidratos	21,72	7%
Fibra	42,80	142,7%
Grasas	4,25	8%
Proteínas	15,55	32,5%
Minerales	Cantidad (mg)	CDR(%)
Fósforo	1013,00	144,7%
Potasio	1182	59,1%
Calcio	73,00	6,1%
Hierro	10,57	132,1%
Sodio	2,00	0,1%
Magnesio	0,00	0%
Vitaminas	Cantidad (mg)	CDR(%)
Vitamina A	0,00	0%
Vitamina B3	18,20	0,1%
Vitamina B1	0,52	43,3%
Vitamina B2	0,58	44,6%
Vitamina A	0,00	0%
Vitamina B12	0,00	0%
Vitamina C	0,00	0%

Fuente: Vega, (2021)

2.4.2. Beneficios del salvado de trigo

La fibra, genera una sensación de saciedad, lo que provoca que nos sintamos llenos por más tiempo, y en consecuencia reduce la sensación de hambre. Otro de los beneficios de la fibra es que mantiene un equilibrio en la flora intestinal, ya que sirve de alimento para las bacterias proporcionando un buen estado de salud. Además, enlentece la absorción de algunos nutrientes, como el colesterol o los azúcares, y esto resulta beneficioso porque evitamos que estos se encuentren en exceso en la sangre. Un exceso de colesterol o azúcar en sangre puede provocar enfermedades cardiovasculares, entre otras. Por esto, en general,

el consumo regular de fibra está asociado a una menor incidencia de problemas cardiovasculares, por lo que se trata de un nutriente importante a incluir en nuestro día a día (Gullón, 2022).

2.4. Criodesecación

La criodesecación o liofilización, es un proceso de deshidratación muy utilizado en la industria para garantizar la conservación de productos biológicos y prepararlos para otros procesos. Básicamente la liofilización funciona congelando la muestra y luego reduciendo la presión circundante para permitir que el agua congelada en el interior de la muestra se sublime directamente desde la fase sólida a la fase gaseosa, sin pasar por el estado líquido. Para acelerar el proceso se utilizan ciclos de congelación-sublimación con los que se consigue eliminar prácticamente la totalidad del agua libre contenida en el producto original, sin embargo preservando la estructura molecular de la sustancia liofilizada sin producir daños en su estructura (Amane, 2022).

2.4.1. Etapas de criodesecación

2.4.1.1.Preparación

Antes de comenzar el proceso, es fundamental el acondicionamiento de la materia prima, ya que los productos criodesecado no pueden ser manipulados una vez completado el proceso. Lo que suele hacerse con alimentos como guisantes o arándanos es agujerear la piel con el objetivo de aumentar su permeabilidad. Los líquidos, por otro lado, se concentran previamente con el fin de bajar el contenido de agua, lo que acelera el proceso de criodesecación (Parzanase, 2019).

2.4.1.2.Congelación

En las liofilizaciones, la congelación de los productos es una etapa importante puesto que influye directamente en la apariencia y en la calidad del producto final. Habitualmente se introduce la muestra en nitrógeno líquido (-196ºC) o en un baño de nieve carbónica y acetona (-78ºC) hasta que congele totalmente. Los productos congelados tienen que presentar una apariencia opaca y mantenerla durante todo el proceso de secado (Pérez, 2022).

2.4.1.3.Desecación primaria

La tercera etapa del proceso consiste en la desecación primaria del producto, por sublimación del solvente congelado (agua en la mayoría de los casos). Para este cambio de fase es necesario reducir la presión en el interior de la cámara, mediante una bomba de vacío, y aplicar calor al producto (calor de sublimación, alrededor de 550 Kcal/Kg en el caso del agua), sin subir la temperatura. Esto último se puede hacer mediante conducción, radiación o fuente de microondas. Los dos primeros se utilizan comercialmente combinándose su efecto al colocarse el producto en bandejas sobre placas calefactoras separadas una distancia bien definida. De esta manera se consigue calentar por conducción, en contacto directo desde el fondo y por radiación, desde la parte superior. Por otro lado, la calefacción por medio de microondas presenta dificultad porque puede provocar fusión parcial del producto, debido a la potencial formación de puntos calientes en su interior; por lo cual actualmente no se aplica comercialmente. Los niveles de vacío y de calentamiento varían según el producto a tratar. Al inicio de esta tercera etapa, el hielo sublima desde la superficie del producto y a medida que avanza el proceso, el nivel de sublimación retrocede dentro de él, teniendo entonces que pasar el vapor por capas ya secas para salir del producto. Este vapor, se recoge en la superficie del condensador, el cual debe tener suficiente capacidad de enfriamiento para condensarlo todo, a una temperatura inferior a la del producto. Para tener una criodesecación buena y rápida es necesario poder controlar exactamente esta temperatura y tener la posibilidad de regular la presión total y parcial del sistema (Parzanase, 2019).

2.4.1.4.Desecación secundaria

En la última fase de la técnica de liofilización se basa en una segunda desecación del alimento por medio de desorción. Esto consiste en evaporar el agua no congelable que se encuentra dentro de los alimentos para lograr una humedad menor al 2%. En esta fase, al no existir agua libre, la temperatura puede elevarse sin riesgo de que se produzca fusión de la misma. La presión de vacío deberá aumentarse al máximo para conseguir extraer toda la humedad restante del alimento (Repagas, 2020).

2.5. Prebiótico

Son aquellos alimentos que contienen sustratos que nutren la microflora intestinal beneficiosa para el huésped. Son ejemplos de estos alimentos la fibra alimentaria, en concreto los fructooligosacáridos (FOS), que están actualmente muy de moda. Éstos están formados por azúcares simples de cadena corta (de 3 a 10 unidades de azúcar), de las que por lo menos 2 son fructosa. Se dividen en tres categorías, según el número de unidades de fructosa que contienen. Los enlaces de estos azúcares no pueden ser hidrolizados por las enzimas del intestino delgado, de manera que no pueden ser absorbidas por éste y pasan al intestino grueso, en el que pueden estimular selectivamente el crecimiento de bacterias beneficiosas, como las bifidobacterias y *Lactobacillus*, lo que da lugar a una reducción de bacterias patógenas como *Salmonella y Clostridium*. Algunos estudios han demostrado que una ingestión elevada de FOS puede disminuir la actividad glucuronidasa beta, enzima del intestino que puede convertir a los procarcinógenos en carcinógenos. Encontramos FOS en la miel, la cerveza, cebolla, espárragos, centeno, avena, alcachofas, plátanos y la chicoria. Otros componentes de la fibra alimentaria como la pectina, la hemicelulosa y la inulina también funcionan como prebióticos y estimulan la producción de ácidos grasos de cadena corta. El contenido de FOS es muy variable y puede ir desde un 1-4% en el trigo a un 20% en la chicoria. La diferencia entre los distintos tipos de FOS está en el grado de polimerización. Todos ellos se pueden utilizar en una amplia gama de productos, tanto por sus propiedades tecnológicas como nutricionales. Tecnológicamente se utilizan como texturizantes, ligantes de agua y, sobre todo, como sustitutivos de las grasas y azúcares (juntamente con edulcorantes), lo que sirve para dar consistencia a distintos «productos bajos en calorías». Se suelen encontrar, entre otros, en productos lácteos, productos de panadería, en helados y salsas light (Gimeno, 2020).

Los prebióticos se encuentran fundamentalmente en los productos fermentados como el yogur, el kéfir o el chucrut (un tipo de col fermentada). Estos alimentos contribuyen a crear un correcto equilibrio en la microbiota intestinal (Portalatín, 2019).

Hoy en día, la lista de suplementos prebióticos podría ser aún más larga, pero por lo general contienen un carbohidrato complejo como la fibra. Las compañías de suplementos comercializan productos para condiciones específicas, como la salud ósea y el control de

peso, y alegan que sus ingredientes mejoran el crecimiento de tipos específicos de bacterias (Mayo clinic, 2021).

Algunos de sus beneficios son:

- Refuerzan el sistema inmune e impiden el ataque de microorganismos patógenos.
- Regulan el tránsito intestinal y estimulan las enzimas del colon.
- Favorecen la absorción intestinal de elementos indispensables, como el calcio y el magnesio.
- Ayudan a regular los niveles de colesterol y glucosa.
- Impiden algunas fases de la carcinogénesis (responsable de la aparición y el desarrollo de un cáncer)
- Favorecen la eliminación de tóxicos.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

El presente trabajo se llevó a cabo en el Complejo agroindustrial, en el Campus Laguacoto II de la Universidad Estatal de Bolívar

3.1.1. Localización de investigación

Este proyecto de investigación fue realizado en el Complejo Agroindustrial en mención se encuentra ubicado en el Campus Laguacoto II en la Provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla, sector Laguacoto.

3.1.2. Situación geográfica y climática

Tabla 4

Situación geográfica y climática

Parámetro	Valor
Altitud	2620 m.s.n.m
Latitud	01°34´15” Sur
Longitud	79°00´02” Oeste
Temperatura media anual	13°C
Temperatura máxima	18°C
Temperatura mínima	8°C
Humedad	75%

Nota: Tomado de la Estación Meteorológica, Unidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II (2021)

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- Leche
- Azúcar

- Fermento láctico
- Salvado de trigo comercial
- Inulina comercial

3.2.1.1. Materiales de laboratorio

- Erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Papel filtro
- Tobo de ensayo
- Crisol
- Capsulas de aluminio
- Pinzas
- Caja Petri
- Punta de micropipeta
- Embudo

3.2.1.2. Reactivos

- Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)
- Hidróxido de sodio 0.1% ($NaOH$)
- Hexano (C_6H_{14})
- Agar MR
- Ácido cítrico 1% ($C_6H_8O_7$)

3.2.1.3. Equipos.

Tabla 5

Equipos usado en la elaboración del producto criodesecado

Equipos	Modelos	Función
Yogurtera	Rio-Equipos	Fermentación y a la maduración de la leche.
Cocina Industrial	Metálica	Esterilizar materiales, pasteurización.
Cuarto de frio	Rio Equipos	Congelado y refrigeración de productos
Liofilizador	HyperCOOL3110	Extraer la humedad de un producto
Estufa	MEMMERT	Esterilizar, secar, incubar.

Mufla	Thermolyne™	Incineración de muestras orgánicas.
Determinador de Grasa	DET GRAS N	Determinar cantidad de grasa.
Determinador de proteína	Dumatec™ 8000	Determinar nitrógeno y proteína.
Balanza analítica	OHAUS	Pesar muestras
Extractora de Gases	SKU Frontier	Evitar la salida de gases peligrosos al ambiente
Microondas	Anton Roar	Digestor de muestra para determinación de calcio
Espectrofotómetro	Pg. instrumers	Determinación de calcio por absorción atómica

3.2.2. Factores en estudio

Los factores de estudio contemplados en el experimento fueron un diseño factorial 2^k con un porcentaje de Inulina con dos niveles, 1% bajo (-) y 2% alto (+) y porcentaje de Salvado de Trigo con dos niveles: 2% bajo (-) y 4% alto (+).

Tabla 6

Factores y niveles en estudio

Factor	Código	Nivel	Notación
Inulina	A	A_1: 1% Inulina	-1
		A_2: 2% Inulina	+1
Salvado de Trigo	B	B_1: 2% Salvado Trigo	-1
		B_2: 4% Salvado Trigo	+1

3.2.3. Tratamientos

La combinación de los diferentes niveles cuantitativos de cada factor, constituyen un tratamiento en el diseño experimental 2^k. Se presenta la codificación utilizada, la

descripción de los niveles de cada factor. El número de tratamientos en este diseño es 2 × 2, por lo tanto, se tiene 4 tratamientos definidos en la siguiente tabla

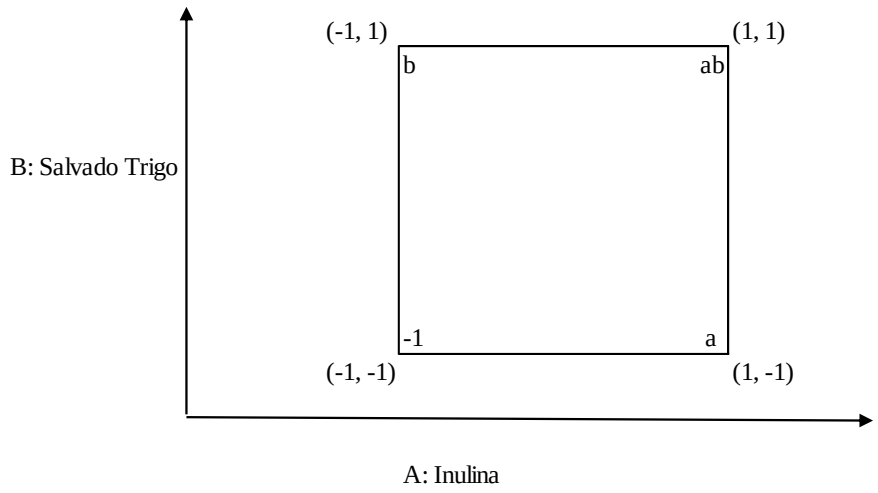
Tabla 7

Tratamientos y detalle niveles

Tratamientos	Código		Nivel				Notación Yates
			A		B		
			-1	1	-1	1	
T1	-	+	1% Inulina		2% Salvado Trigo		(1)
T2	+	-		2% Inulina	2% Salvado Trigo		A
T3	-	+	1% Inulina			4% Salvado Trigo	B
T4	+	+		2% Inulina		4% Salvado Trigo	Ab

Figura 1

Representación geométrica del diseño 2^k



Fuente: minitab, (2024).

3.2.4. Diseño experimental

3.2.4.1. Diseño experimental para determinar el porcentaje óptimo de fibras en el yogur bebible

De acuerdo a las características del experimento, se aplicó un diseño 2^k con dos repeticiones. Se trabajó con niveles bajos y altos para cada factor: 1% y 2% Inulina, y 2% y 4% Salvado de trigo. El modelo estadístico para el diseño 2^k es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij}: respuesta observada de la *i* – ésima combinación de niveles A y B, en la *j* - ésima replica

μ: media general

α_i: es el efecto del *i*- ésimo nivel del factor A

β_j:es el efecto del *j*- ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$: es el efecto de la interaccion entre el *i*- ésimo nivel del factor A y el *j*- ésimo nivel del factor B

ε_{ij}: error aleatorio

3.2.4.2. Análisis de varianza

Para la determinación de la diferencia entre las diferentes combinaciones (Tratamientos), se realizó un análisis de varianza, donde se estudió el efecto de cada de los factores en estudio como su interacción.

Tabla 8

Modelo Análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variabilidad	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Fo	Valor-p
A	1	SC_A	CM_A	CM_A/CM_E	$P(F > F_o)$
B	1	SC_B	CM_B	CM_B/CM_E	$P(F > F_o)$
AB	1	SC_{AB}	CM_{AB}	CM_{AB}/CM_E	$P(F > F_o)$
Error	4(n - 1)	SC_E	CM_E		
Total	$n2^2 - 1$	SC_T			

Determinación del mejor valor o valor óptimo

Para la determinación del mejor valor se aplicó el modelo de regresión múltiple

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots \beta_n X_n + \varepsilon$$

Donde:

β_0 y β_i: parámetros del modelo, son constantes que son necesario estimas

ε: error aleatorio con media cero y varianza σ^2

β_0 : es el punto en el cual la linea recta intercepta o cruza el eje y

β_i: es la pendiente de la línea

3.2.4.3. Evaluación sensorial

Para la realización del análisis sensorial, se aplicó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) en Bloques Completamente al Azar (DBCA), para cada criterio de evaluación.

Modelo estadístico para el diseño DBCA

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: medición que corresponde al tratamiento

μ: media global

τ_i: efecto dedico al tratamiento

γ_j: efecto debido a los catadores

ε_{ij}: error aleatorio atribuible a la medición

Tabla 9

Modelo Análisis de varianza (ANOVA) para un DBCA

Fuente de variabilidad	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Fo	Valor-p
A: Tratamientos	k - 1	SC_A	CM_A	CM_A/CM_E	$P(F > F_o)$
B: Catadores	b - 11	SC_B	CM_B	CM_B/CM_E	$P(F > F_o)$
Error	(k – 1)(b – 1)	SC_E	CM_E		
Total	kb - 1	SC_T			

Modelo de prueba de rangos múltiples o prueba de medias

Para la comparación de parejas de medias de los tratamientos (Criterios sensoriales de evaluación), se aplicó el método de diferencia mínima significativa (LSD), el cual de acuerdo a las características del análisis detecta las diferencias más pequeñas.

$$LSD = t_{\alpha/2,(N-k)}\sqrt{2CM_E/n}$$

Donde:

LSD: diferencia mínima significativa

$t_{\alpha/2,\ (N-k)}$: error

CM_E: cuadrado medio del error

n_i: número de observaciones

En cuanto los resultados se han puesto en práctica un programa estadístico "statgraphics" permitiéndonos reconocer la diferencia estadística entre cada uno de los tratamientos.

3.3. Manejo de la investigación

A continuación, se presenta las diferentes metodologías que se aplicó para realizar la presente investigación:

3.3.1. Caracterización de las materias primas para la obtención de un producto criodesecado

Tabla 10

Análisis leche cruda

LECHE		
Parámetro	Unidad	Método
Prueba de estabilidad (alcohol)	Reactivo	INEN 1500
pH	-	Potenciómetro
Acidez láctica	%	INEN 013
Densidad	g/ml	INEN 011
Grasa	%	INEN 012
Proteína	%	INEN 016
Sólidos no grasos	%	INEN 014
Lactosa	%	INEN 013
Agua	%	INEN 9
Reductasa	Horas	INEN 018

Tabla 11

Análisis de las fibras

INULINA – SALVADO DE TRIGO		
Parámetro	Unidad	Método
Humedad	%	INEN 520
Ceniza	%	INEN 515

3.3.2. Determinación del porcentaje óptimo de las materias primas para la obtención de un producto fermentado bebible.

A continuación, se detalla los análisis que se realizaron a un yogur bebible, cumpliendo con los parámetros de calidad encontrados en la NTE INEN 2395.

Tabla 12

Análisis del yogur bebible

Producto fermentado bebible con características prebióticas		
Parámetro	Unidad	**Método**
Fibra	%	WEENDE
Proteína	%	DUMAS
Grasa	%	AOAC 2003.06
pH	-	Potenciómetro
Acidez titulable	°D	INEN 13

3.3.3. Desarrollo de un producto fermentado criodesecado enriquecido con fibra

Descripción diagrama de flujo de la preparación del salvado de trigo para la adición en el yogur

a) **Recepción:** Se procedió a verificar que el salvado de trigo cumpla con todas las normas de calidad, para el debido proceso de transformación.
b) **Remojado:** Se colocó a remojar el salvado de trigo durante 14 horas, luego se lo prenso, con la finalidad de retirarle el agua, hasta llegar a una humedad de 70% a 80%, para inocular el salvado.

c) **Lavado:** El salvado ya en remojo, se colocó en un recipiente, donde se procedió a lavar con agua con el fin de eliminar las impurezas.

d) **Filtrado:** Se realizó la filtración del salvado para evitar el ingreso de partículas gruesas al proceso.

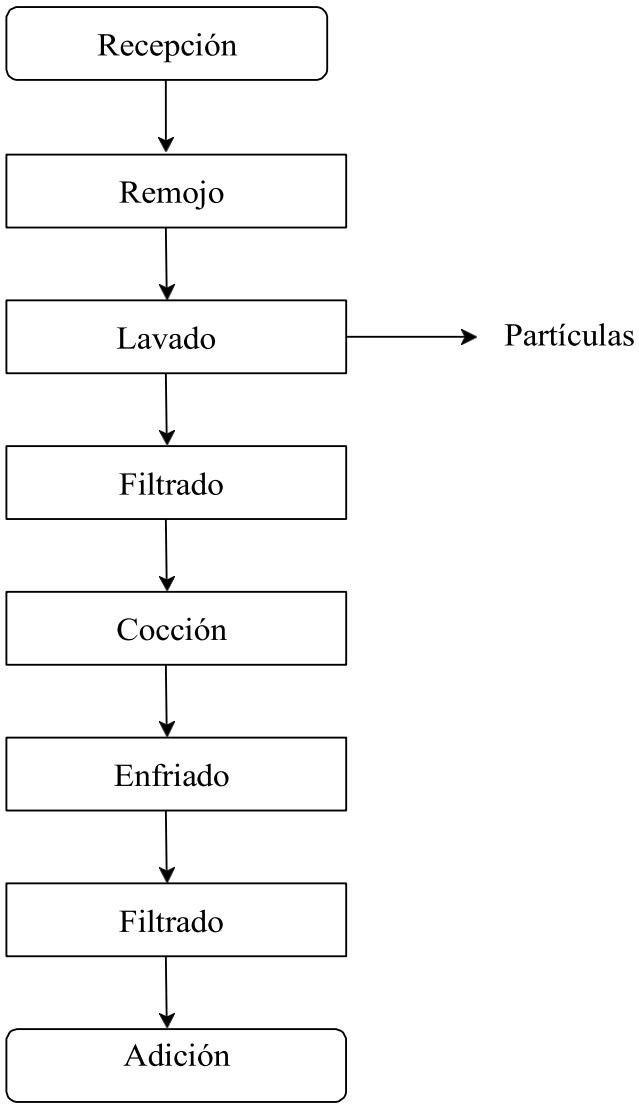
e) **Cocción:** La inmersión del salvado de trigo se realizó en una olla con agua hervida, el tiempo de cocción es de 10 min.

f) **Enfriado:** Es un punto de control que aseguro la temperatura óptima por 10 min aproximadamente.

g) **Filtrado:** La materia prima se filtró con el objetivo de retirar las impurezas que pueda contener con ayuda de un lienzo para separar dichas partículas

h) **Adición:** Posterior al procedo de filtración se añadió el salvado de trigo preparado al yogur.

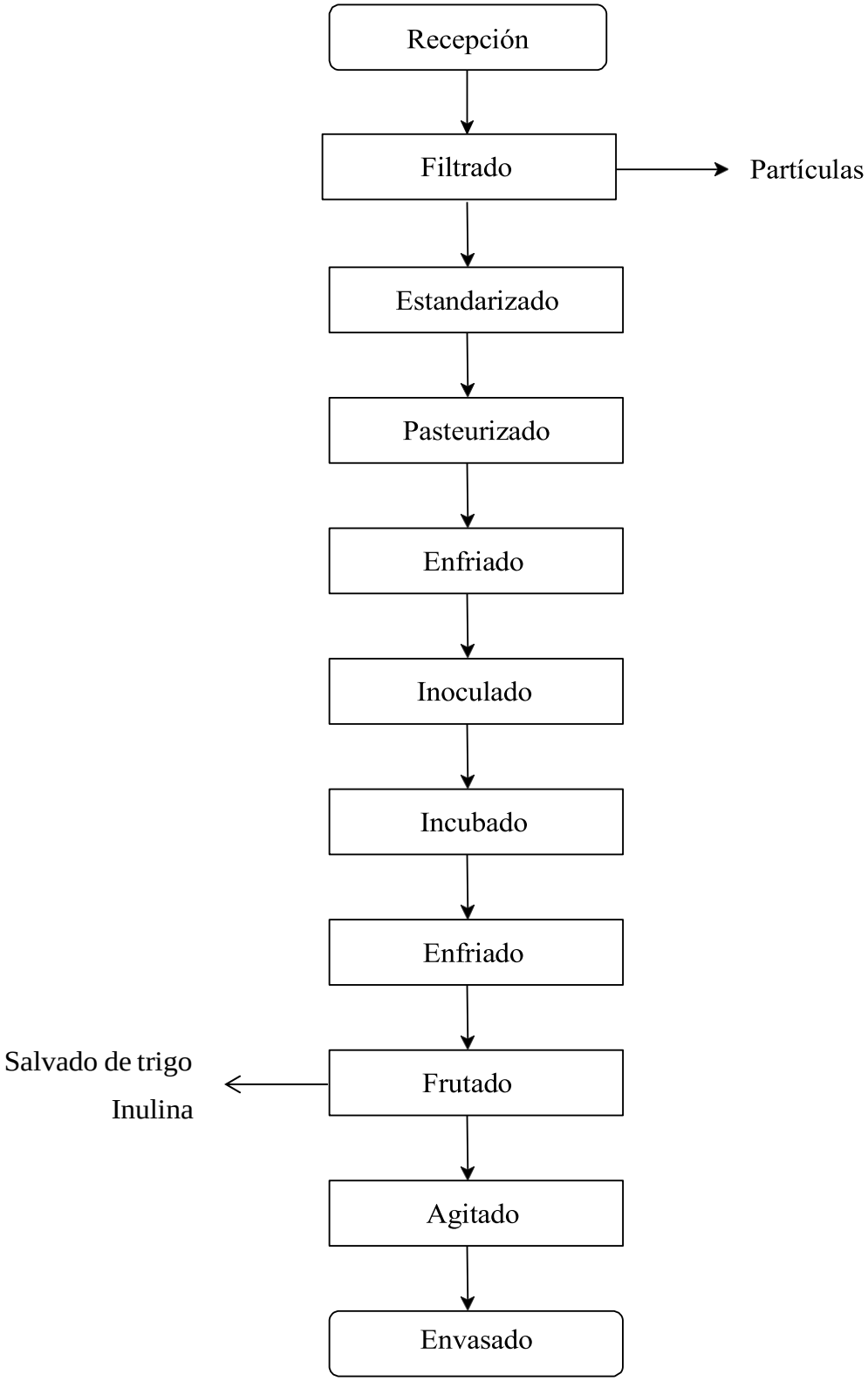
Diagrama de flujo de la preparación del salvado de trigo para la adición en el yogur



Descripción del diagrama de flujo de la elaboración de yogur con características prebióticas

a) **Recepción:** La materia prima llegó a la planta a temperatura ambiente, en donde se realizó un control de calidad que debe cumplir con la norma ecuatoriana NTE INEN 9:2003.
b) **Filtrado:** La materia prima se filtró con el objetivo de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con ayuda de un lienzo.
c) **Estandarizado:** Se utilizó leche semidescremada de 2% de materia grasa, según la norma NTE INEN 2395:2006.
d) **Pasteurizado:** Al llegar a la temperatura de 30ºC se adicionó azúcar al 10%, luego se pasteurizó la mezcla con una temperatura de 80-85ºC por 15 min, con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos.
e) **Enfriado:** Se realizó en un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de 42ºC.
f) **Inoculado:** Se añadió el fermento láctico del 1.5%
g) **Incubado:** se realizó un periodo de incubación es de 3 a 4 horas a la temperatura acondicionada de 42ºC
h) **Enfriado:** Transcurrido el tiempo de 2-3 horas. El yogur es enfrió a una temperatura de 5ºC para determinar el desarrollo de acidez.
i) **Frutado:** En esta etapa del proceso se adiciono la inulina (1% - 2%) y salvado de trigo (2% - 4%).
j) **Agitado:** Se la realizó por 10 minutos con el propósito de que se integren todos los elementos.
k) **Envasado:** El producto es envasado, sellado y almacenado. Listo para la criodesecado.

Diagrama de flujo de la elaboración de yogur con características prebióticas



Descripción del diagrama de flujo del criodesecado del yogur con características prebióticas

a) Preparado: Se colocó el producto fermentado en recipientes listo para la congelación.

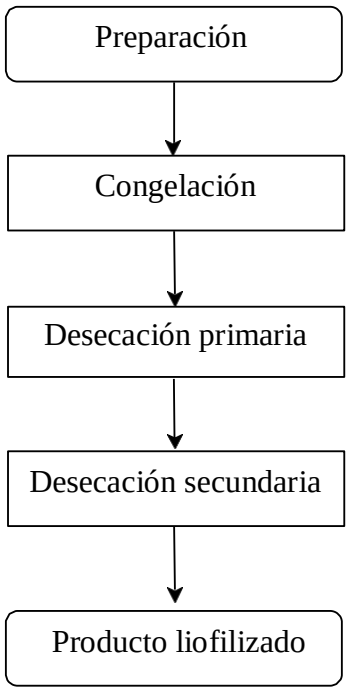
b) Congelado: Se colocó la muestra en los congeladores, para ello se debe trabajo a una temperatura -45.8°C.

c) Desecación primaria: Esta etapa consisto en la sublimación del solvente congelado a una temperatura de -56.4ºC

d) **Desecación secundaria:** Este proceso se trató de la desecación secundaria del producto por medio de desorción, evaporando el agua no congelable, o agua ligada, logrando que el porcentaje de humedad final sea menor al 2%. A una temperatura de -56.4ºC

e) **Producto liofilizado**: Se obtuvo el producto criodesecado fermentado con características prebióticas listo para almacenar.

Diagrama de flujo del criodesecado de yogur con características prebióticas



3.3.4. Análisis de características físicas, químicas y microbiológicas del mejor producto criodesecado

Tabla 13

Análisis físico, químico y microbiológico del producto criodesecado

Producto criodesecado fermentado con características prebióticas		
Parámetro	Unidad	Método
Fibra	%	WEENDE
Proteína	%	DUMAS
Grasa	%	AOAC 2003.06
Humedad	%	AOAC 925.10
Ceniza	%	AOAC 913.03
Calcio	mg/L	Absorción Atómica
Conteo de *Lactobacillus*	UFC/mL	Plaqueo de disolución seriada

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados de la caracterización físico química de la materia prima

En la siguiente tabla se presentan los análisis físicos químicos realizados a la leche de vaca.

Tabla 14

Resultados obtenidos de los análisis de la leche de vaca

Parámetros	Unidad	Valor
Prueba de estabilidad (alcohol)	Reactivo	Negativo
pH	-	6,790
Acidez	%	14,00
Densidad	g/ml	1,030
Grasa	%	3,870
Proteína	%	3,210
Solidos no grasos	%	8,380
Lactosa	%	4,550
Agua	%	0,000
Reductasa	Horas	3,000

Centro de Acopio Bolívar, (2023)

En la Tabla 14, se presentan los resultados de los análisis realizados en la leche de vaca, donde se observa que la prueba de estabilidad (alcohol) arrojó un resultado negativo. Además, se registraron los siguientes valores: pH de 6,79, acidez láctica del 14%, densidad de 1,030 g/ml, contenido de grasa de 3,87%, contenido de proteína de 3,21%, sólidos no grasos de 8,38%, lactosa de 4,55% y agua 0,00. La actividad reductasa en 5 horas. Estos resultados indican que se cumple con la normativa NTE INEN 9-2012.

4.2.Análisis de los resultados del yogur bebible

El análisis de los componentes del yogur bebible, que incluye fibra, grasa, proteína, pH y acidez titulable, es fundamental para evaluar su calidad nutricional y características sensoriales. Estos parámetros proporcionan información crucial sobre la composición,

estabilidad y sabor del producto final. La fibra, la grasa y la proteína son componentes clave en la nutrición del yogur, mientras que el pH y la acidez titulable son indicadores importantes de la acidez y la frescura del producto. Analizar estos aspectos nos permite comprender mejor la calidad y la aceptabilidad del yogur bebible, así como realizar ajustes necesarios para mejorar su formulación y satisfacer las expectativas del consumidor. Por los análisis subsiguientes, exploraremos minuciosamente cada factor bajo evaluación, así como la posible interacción entre ellos, con el propósito de discernir el óptimo porcentaje de inulina y salvado de trigo en cada tratamiento.

4.2.1. Variable de Fibra

Tabla 15

Resultados de fibra del yogur bebible expresado en (%)

Tratamiento	R1	R2
1	2,75	2,75
2	3,67	3,67
3	5,65	5,23
4	6,11	6,11

En la tabla 15 se da a conocer los resultados obtenidos en el yogur bebible en el parámetro fibra, se determinó mediante el método WEENDE. Este resultado indica un nivel significativo de fibra dietética presente en el producto previo a la liofilización. La fibra es un componente importante en la dieta que contribuye a la salud digestiva y puede tener beneficios para la salud en general. Según Romero (2022), menciona que la adición de inulina en el yogur potencia la proliferación del microbiota intestinal, la inulina se ha utilizado como un coadyuvante de textura en los yogures, al ser un sustituto de grasa brinda la misma sensación aterciopelada que un yogur a base de leche entera. La combinación de estos ingredientes puede haber contribuido al alto contenido de fibra del producto.

Tabla 16

Análisis de varianza de la variable de respuesta Fibra

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	13,1585	1	13,1585	596,76	0,0002*
B:Salv Trigo	1,26405	1	1,26405	57,33	0,0048*
AB	0,03125	1	0,03125	1,42	0,3195 Ns
Error	0,06615	3	0,02205		
Total	14,5419	7			

*Diferencia estadística significativa; Ns: Diferencia estadística no significativa.

Interpretación:

La tabla 16 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Porcentaje de Fibra. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores, su interacción, el error experimental y el total. Dado que el valor de p-valor es menor que 0,05, en los factores A y B.

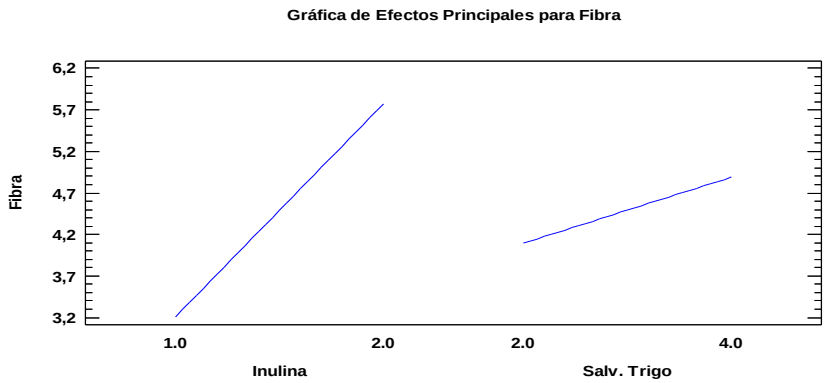
Características del modelo:

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,5451% de la variabilidad en Fibra. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,9386%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,148492. El error medio absoluto (MAE) de 0,07875 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Efectos principales

Figura 2

Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Fibra.



La figura 2 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada variable respuesta, con el Porcentaje de fibra. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan un nivel bajo del porcentaje de fibra. Al subir a un nivel alto de inulina, se incrementa el % de fibra. Se evidencia que al incrementar el contenido de inulina aumentar en mayor valor en relación al salvado de trigo, por lo que el contenido de inulina presenta mayor efecto que el contenido de salvado de trigo.

Optimización de la respuesta

Tabla 17

Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1	2	2
Salvado de trigo	2	4	4

Valor óptimo: 6,11

La tabla 17, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Modelo de regresión lineal múltiple

Tabla 18

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra

Coeficiente	Estimado
Constante	-1,11
A:Inulina	2,94
B: Salvado de trigo	0,585
AB	-0,125

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

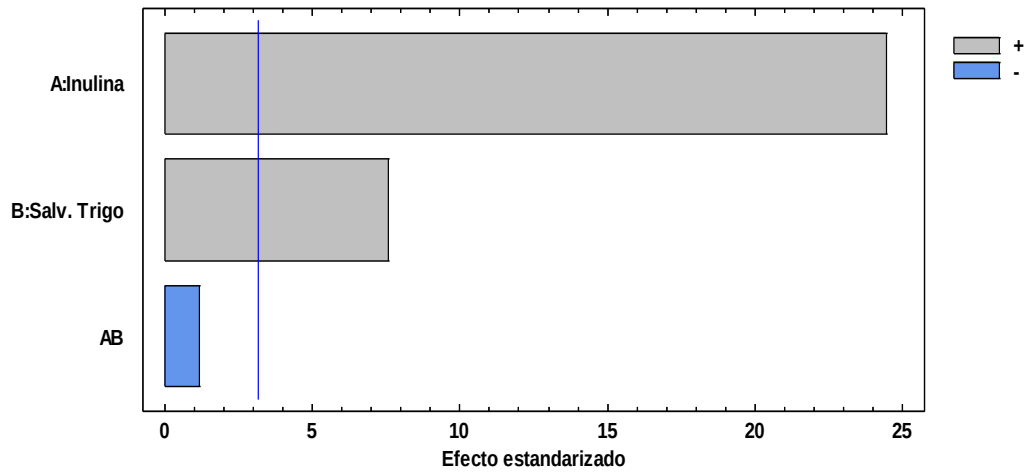
Fibra = -1,11 + 2,94*Inulina + 0,585*Salvado de trigo - 0,125*Inulina*Salvado de trigo

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 6,11%.

Diagrama de Pareto para la determinación de los efectos de cada factor:

Figura 3

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Fibra



La figura 3 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. La inulina tiene el mayor valor del efecto, seguido por el Salvado de Trigo y la Interacción. El valor de la interacción no presenta un efecto en el contenido

de % de fibra. Debido a que la interacción se presenta un efecto significativo, se procede a excluir del modelo.

Tabla 19

Pruebas de Normalidad para Fibra

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,85911	0,120131

La tabla 19 indica la prueba de normalidad para la Fibra. Dado el valor-P de 0.120131, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, dado que los datos de Fibra no provienen de una distribución normal con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 20

Análisis de varianza de Fibra con la exclusión de la interacción AxB

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	13,1585	1	13,1585	540,39	0,000**
B:Salvado de trigo	1,26405	1	1,26405	51,91	0,002*
Error total	0,0974	4	0,02435		
Total	14,5419	7			

** Diferencia estadística altamente significativa; * Diferencia estadística significativa

Interpretación:

La tabla 20 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Porcentaje de Fibra. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores, su interacción, el error experimental y el total. Dado que el valor de p-valor es menor que 0,05, en los factores A y B.

Características del modelo:

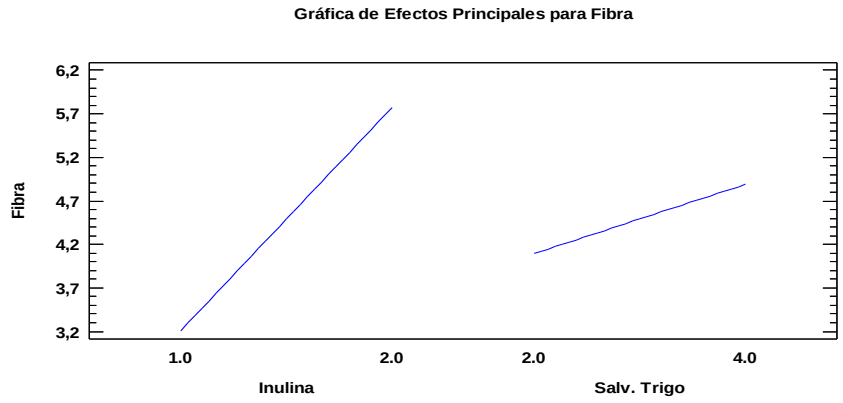
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,3302% de la variabilidad en Fibra. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,8279%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,156045.

El error medio absoluto (MAE) de 0,08625 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Efectos principales

Figura 4

Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Fibra con exclusión de la interacción AxB



La figura 4 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada variable respuesta, con el Porcentaje de fibra. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan un nivel bajo del porcentaje de fibra. Al subir a un nivel alto, se incrementa el % de fibra. Se evidencia que al incrementar el contenido de inulina aumentar en mayor valor en relación al salvado de trigo, por lo que el contenido de inulina presenta mayor efecto que el contenido de salvado de trigo.

Tabla 21

Optimización de la respuesta con la exclusión de la interacción AxB

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1	2	2
Salvado de trigo	2	4	4

Valor óptimo: 6,1725

La tabla 21, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 22

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra con exclusión de la interacción AxB

Coeficiente	Estimado
Constante	-0,5475
A: Inulina	2,565
B: Salvado de trigo	0,3975

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

Fibra = -0,5475 + 2,565*Inulina + 0,3975*Salvado de trigo en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 6,1725%.

Discusión

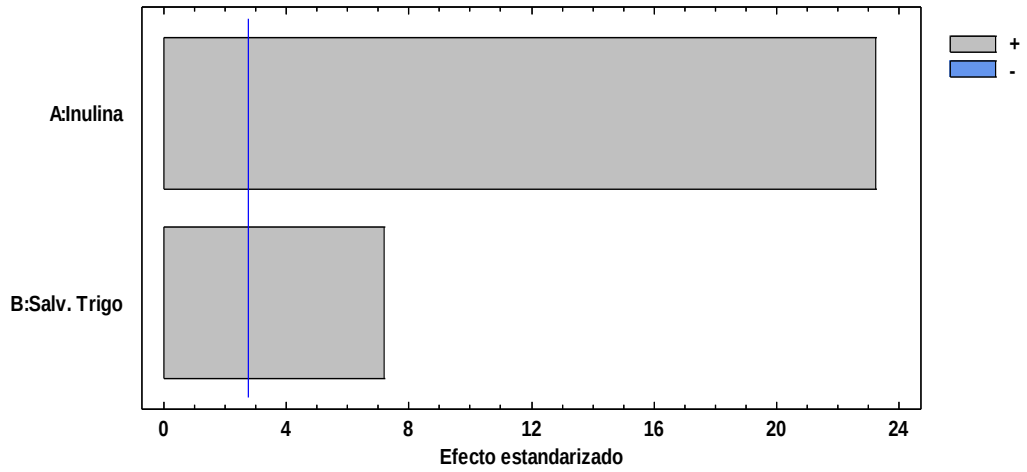
Los datos óptimos se dan en los dos niveles altos de cada factor de estudio por López, (2015), reporto valores altos en relación al presentado en este estudio; esto podría deberse a la variedad de la materia utilizada el momento de realizar el experimento, el salvado de trigo contiene entre 14 y 19% en peso de proteínas. Se han detectado cientos de proteínas diferentes entre las capas del salvado, la gran mayoría con actividad biológica contra los tipos de estrés que afectan al grano en desarrollo. Sailema (2011), indica que la fibra obtenida fue añadida a un alimento lácteo, como es el yogur en proporciones de 2% y 2.5%, en el producto elaborado se evaluó las características sensoriales a saber: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, mediante catas en las que participaron jueces consumidores. Vilcanqui (2018), menciona que para ello se aplicó una escala hedónica de 5 puntos encontrando como mejor producto al yogur que se añadió 2 % de fibra dietética soluble. Este producto se encuentra con excelentes características microbiológicas, tiene ausencia de coliformes, mohos y levaduras. Reyes (2012), explica con respecto a la humedad del pan con 5% de inulina, se observa 22.45% que se encuentra dentro del rango indicado que

va desde 15% a 35%, para el caso de la proteína se encontró un porcentaje de 8.07%. El contenido de grasa en este caso para el pan de sal se puede observar que es de 6%, que para este producto de panificación se reporta el 9.82%.

Diagrama de Pareto para la determinación de los efectos de cada factor:

Figura 5

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Fibra con exclusión de la interacción AxB



La figura 5 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. La inulina tiene el mayor valor del efecto, seguido por el Salvado de Trigo y la Interacción.

4.2.2. Variable de Grasa

Tabla 23

Resultados de grasa del yogur bebible expresado en (%)

Tratamiento	R1	R2
1	3,00	3,00
2	3,26	3,26
3	3,59	3,58
4	3,62	3,58

El análisis de grasa realizado en el yogur bebible, se llevó a cabo mediante el método AOAC 2003.06. La grasa es un componente importante en la dieta, que proporciona

energía y ayuda en la absorción de vitaminas liposolubles. Romero (2022), menciona que al añadir fibra al yogur su composición se ve afectada, cuando las fibras están en contacto directo con las grasas y al no tener presencia de agua tienden a formar geles, es decir mientras mayor sea el contenido de grasa en el yogur la fibra va a retenerla para formar un gel, el cual tendrá mayor consistencia.

Tabla 24

Análisis de Varianza para Grasa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	0,427813	1	0,427813	2387,79	0,0000**
B:Salvado de trigo	0,0378125	1	0,0378125	211,05	0,0007*
AB	0,0300125	1	0,0300125	167,51	0,0010*
Error	0,0005375	3	0,00017917		
Total	0,496488	7			

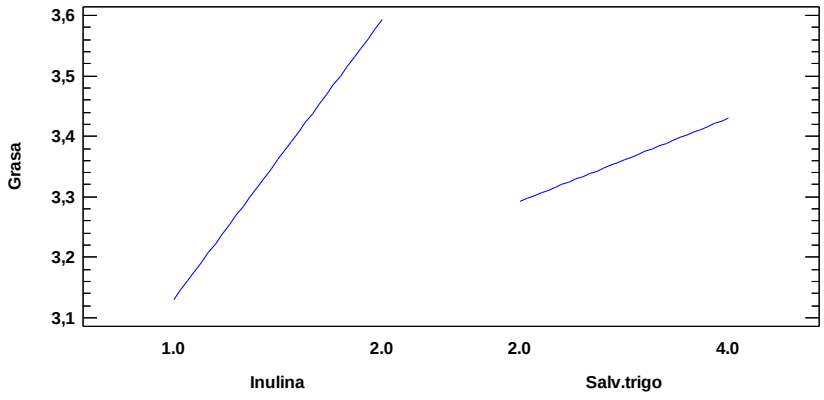
** Diferencia estadística altamente significativa; * Diferencia estadística significativa

Interpretación

La tabla 24 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta porcentaje de fibra. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos debido a los dos factores, su interacción, en error experimental y el total dado que el valor de p-valor es menor que 0,05, en los factores A y B, existe evidencia estadística significativa en un 95 % del nivel de confianza para rechazar la hipótesis nula.

Figura 6

Grafica de efectos principales para la variable respuesta Grasa



Interpretación

La figura 6 indica la relación entre los niveles bajos y altos de cada variable de respuesta, con el porcentaje de grasa. El nivel bajo de inulina y salvado de trigo, presentan un nivel bajo del porcentaje de grasa. Al subir a un nivel alto, se incrementan el % de grasa. se evidencia que al incrementa el contenido de inulina aumentan en mayor efecto que el contenido de salvado de trigo.

Tabla 25

Optimización de respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1	2	2
Salvado de trigo	2	4	4

Valor Optimo: 3,6

Interpretación

La tabla 25, indica la combinación de los niveles de los factores %inulina y % salvado de trigo, en sus niveles bajos y altos, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 26

Coeficiente de regresión

Coeficiente	Estimado
Constante	1,91
A:Anulina	0,83
B: Salvado de trigo	0,2525
AB	-0,1225

La ecuación de regresión del modelo ajustado es ajustada:

Grasa = 1,91 + 0,83*inulina + 0,2525*Salvado trigo - 0,1225*Inulina*Salvado trigo, en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 3,6%.

Discusión

De acuerdo a Díaz-Jiménez & Sosa-Morales (2024), presenta valores de 0,2 y el 15% de Inulina en un litro de yogur en relación al presente estudio, esto podría deberse a la variedad de la materia prima utilizada al momento de elaborar el producto por lo que se observa un alto contenido del factor A (Inulina) en el yogur de este estudio lo cual nos indica que es mejor utilizar la inulina por separado y no en una combinación .Gotteland & Brunser T (2006), manifestó valores bajos de 0.03 % de Salvado de Trigo en el yogur. Existe una combinación optima entre los factores A y B, esta combinación tiene un bajo porcentaje de adaptabilidad en el estudio, se reportaron valores bajos del facto B (Salvado de Trigo), reportaron valores bajos de 0.03 % de Salvado de Trigo en el yogur, el Salvado de Trigo tuvo efecto en la acidez y sinéresis, es decir, que presenta características organolépticas similares al del yogur sin adición de Salvado al 1% Simanca et., (2013).

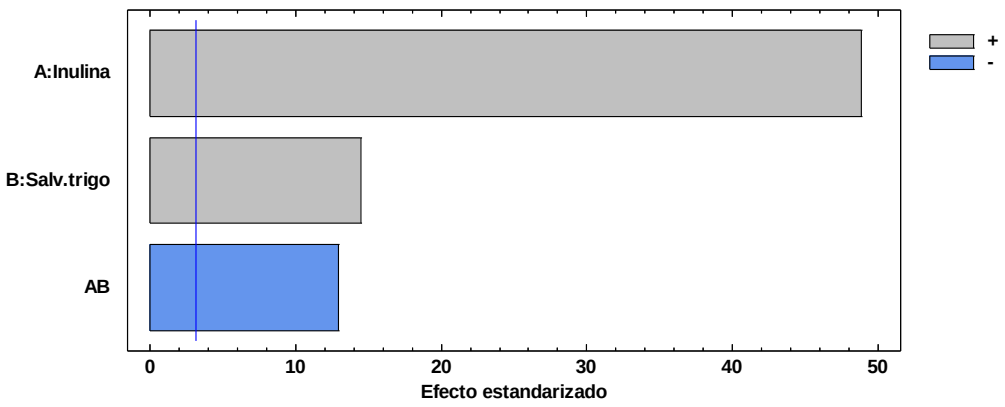
Según Murillo (2022). La inulina y Salvado de Trigo desempeñan un papel crucial en la modificación del contenido de grasa y las propiedades de diversos productos alimenticios. Akin et al (2007), asumió que la Inulina en la industria alimentaria juega un papel fundamental debido a sus altos beneficios tecnológicos y fundamentales. Por otra parte, en una investigación que realizo Montesdeoca et al (2020), donde se utilizó diferentes % de Inulina para diversos tratamientos, para observar la eficacia de viscosidades que produce en el yogur.

Oliveira et al (2022), reporto que la inulina sirve como modificador prebiótico, azucarero y textura, impactando los atributos sensoriales y el perfil de textura de los productos alimenticios debido a su significación físico-química.

Diagrama de Pareto para la determinación de los efectos de cada factor

Figura 7

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Grasa



Interpretación:

La figura 7 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. La inulina tiene el mayor valor del efecto, seguido por el salvado de trigo y la interacción. El Valor de la interacción si presenta un efecto sobre el contenido de grasa.

4.2.3. Variable pH

Análisis e interpretación de resultados

Tabla 27

Resultados de pH del yogur bebible expresado en (%)

Tratamiento	R1	R2
1	4,41	4,41
2	4,49	4,44
3	4,43	4,49
4	4,49	4,50

El análisis de pH realizado en el yogur bebible, se llevó a cabo mediante el método potenciómetro, Una desviación del pH requerido puede provocar un menor tiempo de vida de anaquel del producto o un producto muy agrio. Aunque existen algunas alteraciones mínimas entre los tratamientos, todos se mantienen dentro de un rango estrecho.

Análisis de varianza

Tabla 28

Análisis de varianza de la variable pH

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: inulina	0,0032	1	0,0032	3,15	0,1741 Ns
B: salvado de trigo	0,00405	1	0,00405	3,98	0,1399 Ns
AB	0,0002	1	0,0002	0,2	0,6874 Ns
Error	0,00305	3	0,00101667		
Total	0,01055	7			

Ns: Diferencia estadística no significativa

Interpretación:

La tabla 28 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Porcentaje de Fibra. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores, su interacción, el error experimental y el total. Dado que el valor de p-valué es mayo que 0,05, en los factores A y B, no existe evidencia estadística significativa en un 95% de nivel de confianza para rechazar la hipótesis nula.

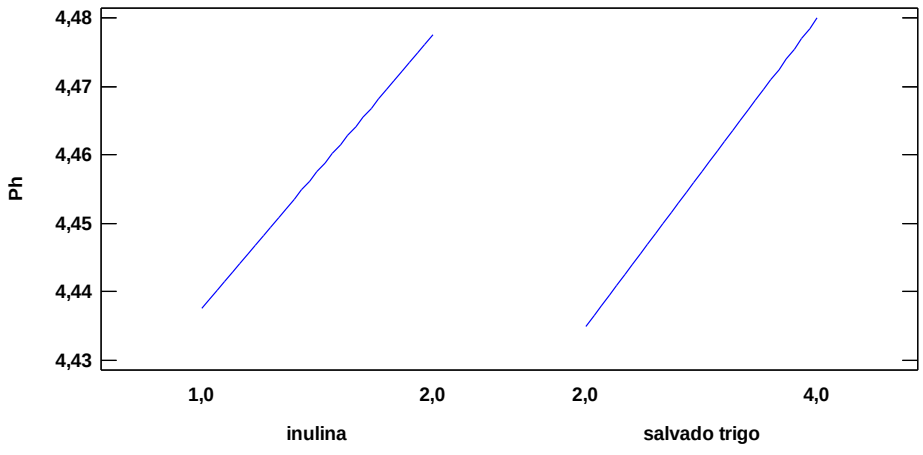
Características del modelo:

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 71,09% de la variabilidad en pH. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 32,5434%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0318852. El error medio absoluto (MAE) de 0,015 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Efectos principales

Figura 8

Gráfico de efectos principales para la variable respuesta pH.



La figura 8 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada variable respuesta, con el Porcentaje de pH. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan un nivel bajo del porcentaje de pH. Al subir a un nivel alto, se incrementa el % de pH. Se evidencia que

al incrementar el contenido de inulina aumentar en mayor valor en relación al salvado de trigo, por lo que el contenido de salvado de trigo presenta mayor efecto que el contenido de inulina.

Tabla 29

Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1	2	2
salvado trigo	2	4	4

Valor óptimo = 4,495

La tabla 29, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 30

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje pH

Coeficiente	Estimado
Constante	4,285
A: inulina	0,07
B: salvado trigo	0,0375
AB	-0,01

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

pH = 4,285 + 0,07*inulina + 0,0375*salvado trigo - 0,01*inulina*salvado trigo, en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 4,495%.

Discusiones

Analizo la producción y caracterización de inulina de Aspergillus, destacando su alta actividad. Se evaluaron diferentes cepas y sustratos, encontrando que el salvado de trigo es el más efectivo. La inulina mostró una actividad óptima a 60°C y pH 4,0, y su alta afinidad por el sustrato sugiere un buen potencial catalítico Oliveira et al (2022). La combinación no óptima entre pH e inulina, la investigación ha demostrado que un valor de pH bajo de

alrededor de 3.6 Vranesic et al, (2002). reporto la combinación óptima entre pH e inulina es crucial para maximizar la producción y actividad de las enzimas inulina. Estas enzimas típicamente exhiben una actividad óptima en un rango de pH entre 4.5 y 7.0 Abdella et al, (2023).

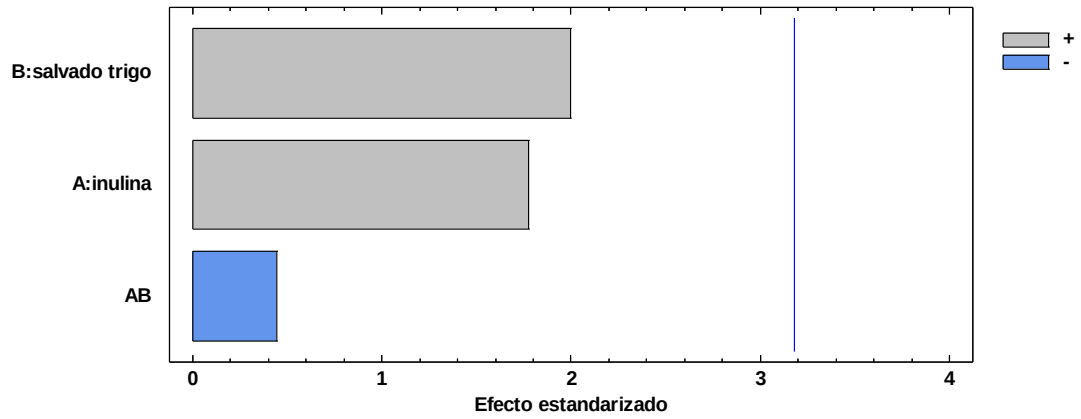
Según Vásquez (2015), el pH de los productos YM y YP disminuyó hasta 3,88 y 3,92, respectivamente. La aceptabilidad sensorial disminuyó a 4% y 5,33% para YM y YP, respectivamente, con una vida útil de la aceptabilidad sensorial (V.U.A.S.) a 4ºC de 69 y 49 horas para un rechazo del 25%, y de 193 y 111 horas para un rechazo del 50%. En contraste, nuestro estudio encontró un valor óptimo de pH de 4,495, lo que sugiere una mejor estabilidad y aceptación sensorial de nuestros productos. Este valor superior indica que nuestras formulaciones mantienen una mejor calidad organoléptica durante el almacenamiento. Salazar (2011), estable en un rango amplio de pH, 3 a 9, aun a 100 °C donde nos menciona que por encima de pH 9 se produce una rápida pérdida del dulzor, no obstante, pocos alimentos muestran valores de pH > 9. En bebidas gasificadas que incluyen en su composición ácido cítrico y fosfórico, se detectan pérdidas de dulzor del 36% y 17%, respectivamente, cuando se almacenan a 37 °C.

Según Rashi chadha (2018) nos indica que la administración oral de extracto de salvado de trigo provocó reducciones significativas en el perfil de lípidos séricos de 94,30% (colesterol total), 96,73% (colesterol de lipoproteínas de baja densidad) y 58,28% (triglicéridos). Disminuyó significativamente la LPO y mejoró la actividad de la capacidad antioxidante (FRAP) en comparación con los conejos hiperlipidémicos. Pero otros datos de La extracción de SC-CO2 ha siSdoe ha estudiado la obtención de extractos de salvado de trigo norte fracción. El tamaño de partícula, extracto epsrtáettircaotamiento de extracción (0-135 min) y te de extracción 40-80 C) a una ex constanStee estudió una presión de extracción de 40,0 MPa. Pintura al templela temperatura es una de los parámetros más importantes en el rendimiento de extracción, obteniendo alta cantidad de extracto, así como más contenido de AR y capacidad antioxidante cuando la extracción La temperatura era de 80 C Díez & . Sagrario beltrán calvo,(2014)

Diagrama de Pareto para la determinación de los efectos de cada factor:

Figura 9

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta pH

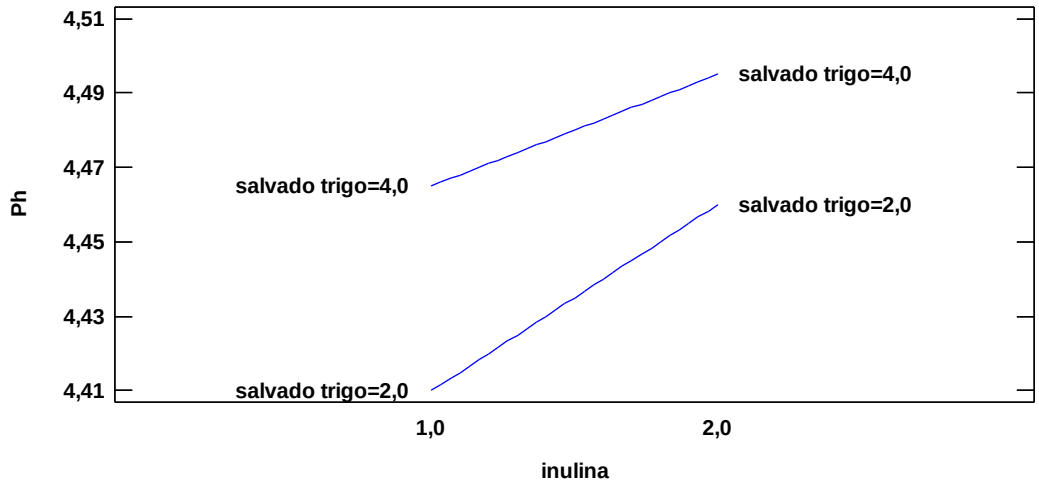


La figura 9 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. El salvado de trigo tiene el mayor valor del efecto, seguido por la inulina y la Interacción. El valor de la interacción no presenta un efecto en el contenido de % de pH.

Grafica de interacciones

Figura 10

Grafica de interacciones para pH



4.2.4. Variable Proteína

Análisis de varianza

Tabla 31

Resultados de proteína yogur bebible expresado en (%)

Tratamiento	R1	R2
1	3,63	3,64
2	3,63	3,75
3	3,69	3,79
4	4,13	4,31

El análisis de proteína realizado al yogur bebible, se realizó mediante el método Dumas. Este contendió contribuyen al mantenimiento muscular, reparación de tejidos y sistema inmune, regulan azúcar en sangre y favorecen la pérdida de peso al generar saciedad

Tabla 32

Análisis de varianza de la variable Proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	0,201612	1	0,201612	81,32	0,0029*
B:Salv Trigo	0,143112	1	0,143112	57,73	0,0047*
AB	0,0903125	1	0,0903125	36,43	0,0091*
Error	0,0074375	3	0,00247917		
Total	0,463488	7			

* Diferencia estadística significativa

Interpretación:

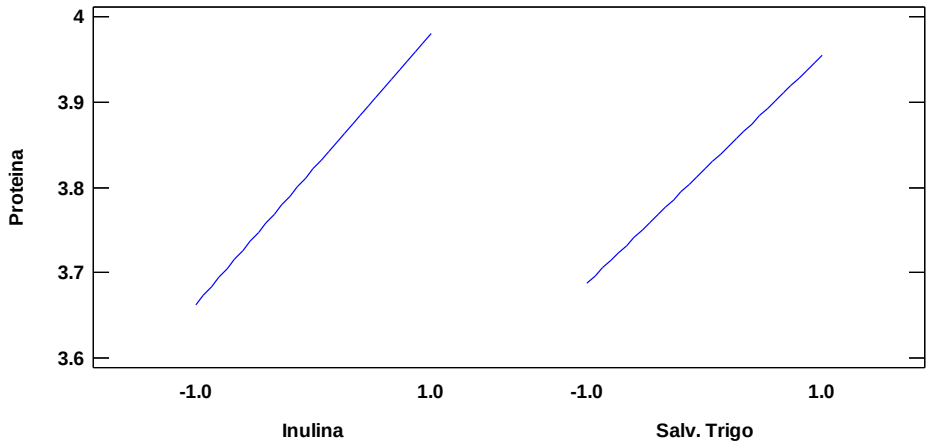
La tabla 32 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Porcentaje de Proteína. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores, su interacción, el error experimental y el total. Dado que el valor de p-value es menor que 0,05, en los factores A y B, existe evidencia estadística significativa en un 95% de nivel de confianza para rechazar la hipótesis nula.

Características del modelo:

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98.3953% de la variabilidad en Proteína. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 96.2557%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0497912. El error medio absoluto (MAE) de 0.02375 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Figura 11

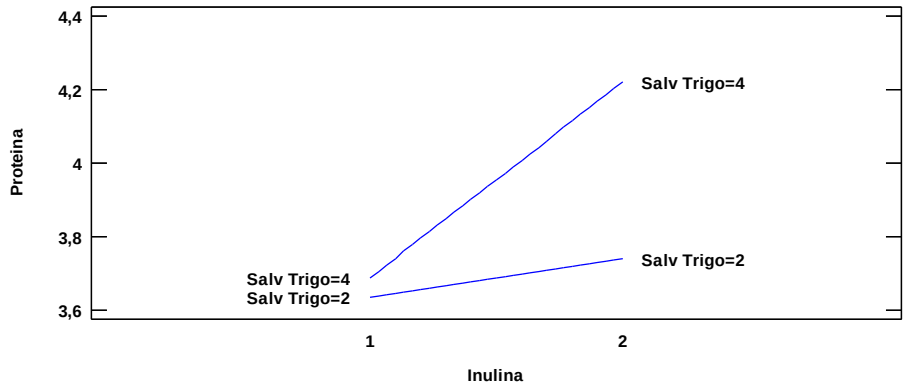
Gráfico de efectos principales para la variable respuesta Proteína.



La figura 11 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada variable respuesta, con el Porcentaje de proteína. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan un nivel bajo del porcentaje de proteína. Al subir a un nivel alto, se incrementa el % de proteína. Se evidencia que al incrementar el contenido de inulina aumentar en mayor valor en relación al salvado de trigo, por lo que el contenido de inulina presenta mayor efecto que el contenido de salvado de trigo.

Figura 12

Gráfico de interacciones Proteína



La figura 12 indica las interacciones entre el porcentaje de Inulina, Salvado de Trigo y el contenido de Proteína. A medida que sube de nivel suben los valores de cada factor, por tanto, hay interacción entre los dos factores.

Optimización de la respuesta

Tabla 33

Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1	2	2
Salvado de trigo	2	4	4

Valor óptimo: 4,22

La tabla 33, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 34

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje de Proteína

Coeficiente	Estimado
Constante	3,82125
A: Inulina	0,15875
B: Salvado de trigo	0,13375
AB	0,10625

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

Proteína= -1,11 + 2,94*Inulina + 0,585*Salvado de Trigo - 0,125*Inulina*Salvado de Trigo, en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 4,22 %.

Discusión

Según Ortega (2013), se encontró que en las muestras con mayores concentraciones de inulina (3% y 5%). Sin embargo, nuestros resultados indican que la concentración óptima de inulina es del 4.22%, ya que esta proporcionó un equilibrio adecuado entre el contenido proteico y la aceptabilidad sensorial, sin comprometer significativamente el color del producto. Zambrano y Ortiz, (2022) mencionan en su investigación de yogur firme bajo en calorías usando inulina que el yogur tiende a tener valores entre 13 -15 ºBrix también argumentan que la adición de fibras puede aumentar este valor y por eso se presentan valores superiores a los 16 ºBrix en un yogur que contenga el 2 % de inulina mientras que en uno que contenga un 5 % de inulina se presentan valores hasta de 17.25 ºBrix. Estos resultados dan a conocer la importancia de ajustar las concentraciones de inulina para optimizar tanto las propiedades nutricionales como las sensoriales de los productos alimenticios.

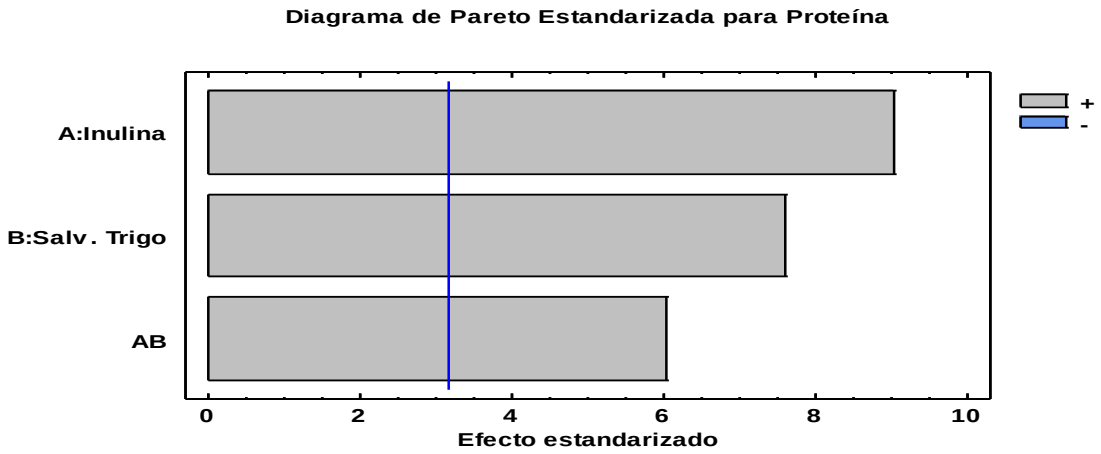
La combinación óptima se da en los dos niveles altos de cada factor de estudio y la combinación de estos. Chang (2023), reportó que los valores de PCS exhibieron una tendencia decreciente en ambos grupos después de la intervención: grupo con inulina añadida, ΔPCS -1.33 (-4.88, -0.63) µg/mL vs. grupo LPD, -4.7 (-3.78, 3.69) µg/mL) (p =0,058). Los valores de PCS se redujeron de 7,52 a 4,02 µg/mL (p < 0,001) con inulina (p < 0,001). Además, IS disminuyó de 3,42 (2,53, 6,01) µg/mL a 2,83 (1,67, 4,74) µg/mL después de agregar inulina; El ΔIS fue -0,64 (-1,48; 0,00) µg/Ml y se observó una diferencia significativa en comparación con el grupo control (p =0,004).la combinación de estos factores puede potenciar el crecimiento del %de proteínas. Renal (2004), reportó estudios que sugieren que la combinación de fibras como la inulina y el salvado de trigo puede mejorar la salud digestiva y metabólica en un 0.098, creando un entorno favorable para la síntesis de proteínas, pero como conclusión del experimento se dedujo que, la inulina tiene un mayor impacto en el contenido de proteínas, mientras que el salvado de trigo también influye significativamente, aunque en menor cantidad. La interacción de estos dos factores tiene un efecto notable, pero en menor cantidad que los efectos de los dos factores antes

mencionados. Según Roberfroid (2010), la inulina es una Proteína soluble que se encuentra en alimentos como la achicoria, la cebolla y el salvado de trigo siendo este el más significativo con un 16.6 % de Proteína reportado. La Proteína es conocida por sus propiedades prebióticas, lo que significa que promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, mejorando así la salud digestiva y el sistema inmunológico siendo lo regular un 13.6 % necesario para obtener un buen comportamiento del mismo. Slavin (1995), menciona que la inulina también ayuda a regular los niveles de azúcar en sangre, mejora la absorción de calcio, y puede contribuir a la pérdida de peso al aumentar la sensación de saciedad siendo los datos reportados en un 15.5 % de Proteína. También Torres (2010) en su estudio menciona que las tecnologías, representan alternativas viables para el aprovechamiento de las más de 12 millones de toneladas de proteínas de salvado que se considera se desperdician actualmente a nivel mundial generando en su reporte un 15.8 % de Proteína producidos para mejorar la salud. En conclusión, la inulina y el salvado de trigo ofrecen múltiples beneficios cuando se utilizan como fuentes de proteína en la formulación de alimentos debido a que estos van desde la mejora de la absorción de nutrientes y la salud intestinal hasta la contribución a la saciedad y la salud metabólica.

Diagrama de Pareto para la determinación de los efectos de cada factor

Figura 13

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta Proteína



La figura 13 muestra un diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de proteína, donde se observa la relación entre el valor del efecto estandarizado y los factores de estudio junto con su interacción. Según el gráfico, la Inulina (A) tiene el mayor valor del efecto estandarizado, seguida por el Salvado de Trigo (B) y la interacción entre ambos factores (AB). Esto indica que la Inulina tiene el mayor impacto en el contenido de proteína, mientras que el Salvado de Trigo también influye significativamente, aunque en menor medida.

4.3. Análisis de los resultados del producto criodesecado fermentado con características prebióticas

El análisis de los componentes del producto criodesecado fermentado con características prebióticas que incluye fibra, proteína, es fundamental para evaluar su calidad nutricional. Analizar estos aspectos nos permite comprobar las hipótesis planteadas en la investigación, si en el desarrollo de un producto fermentado criodesecado con características prebióticas influye o no en el porcentaje de fibra y proteína.

4.3.1. Efecto del producto criosecado sobre la fibra

Tabla 35

Resultados de fibra en el yogurt criodesecado, expresada en (%)

Tratamiento	R1	R2
1	9,077	9,096
2	9,522	9,24
3	10,513	10,245
4	11,423	11,371

En la tabla 35 se da a conocer los resultados obtenidos en el yogur criodesecado en el parámetro fibra, se determinó mediante el método WEENDE. Este resultado indica un nivel significativo de fibra dietética presente en el producto liofilizado. Según Huaraca, (2011) menciona que al eliminarse el agua libre en la liofilización, las fibras se concentran más y migran hacia la superficie, razón por la cual existe mayor cantidad de fibra en este proceso.

Análisis de varianza.

Tabla 36

Análisis de varianza para la variable respuesta porcentaje Fibra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	5,47309	1	5,47309	472,9	0,0002*
B: Salvado de Trigo	0,861328	1	0,861328	74,42	0,0033*
AB	0,261726	1	0,261726	22,61	0,0176*
Error	0,0347204	3	0,0115735		
Total	6,67335	7			

*Diferencia estadística significativa

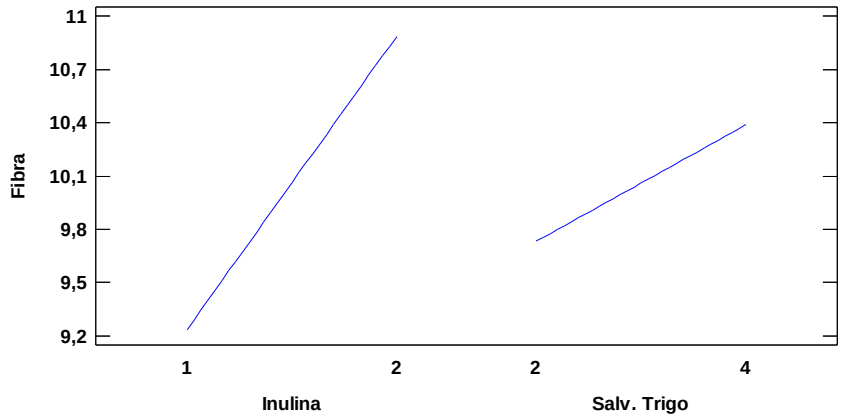
La tabla 36 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Proteína. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores: Porcentaje de Inulina y Porcentaje de Salvado de Trigo, su interacción, el error aleatorio y el total. Dado que el valor de p-value es menor que 0,05, en los factores A y B, existe evidencia estadística significativa en un 95% de nivel de confianza para rechazar la hipótesis nula. También se presenta significancia estadística en la interacción.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,4797% de la variabilidad en Fibra. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,786%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,10758. El error medio absoluto (MAE) de 0,064625 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5,0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5,0%.

Efectos principales

Figura 14

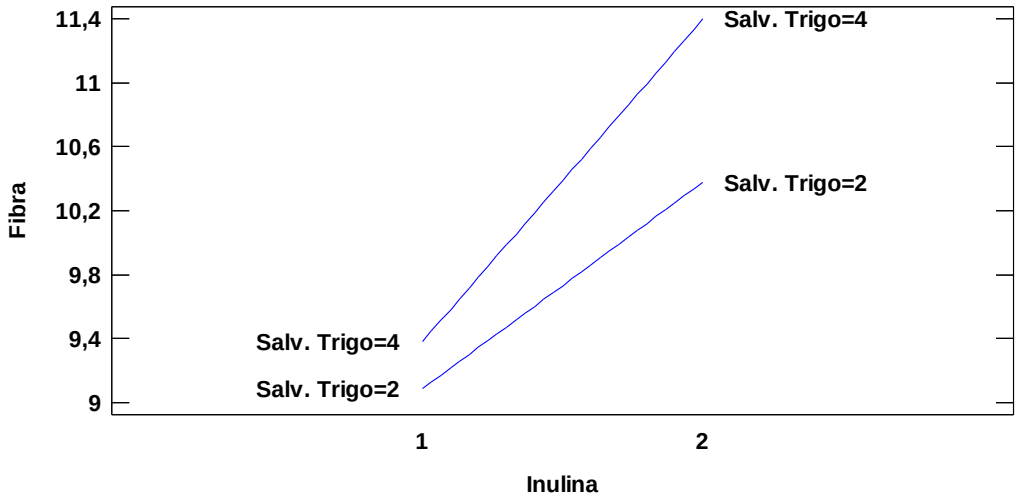
Gráfico de efectos principales para la variable porcentaje de Fibra



La figura 14 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada factor de estudio, con el Porcentaje de Fibra. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan valores bajos en el contenido de Fibra. Al pasar a un nivel alto en los dos factores, se incrementa el % Fibra. Se observa también que el Factor A(Inulina) presenta mayor efecto.

Figura 15

Gráfico de interacción para la variable respuesta porcentaje de Fibra



La figura 15 indica la interacción para la variable respuesta % Fibra. El eje horizontal Representa los niveles de inulina (1 y 2). El eje vertical representa la cantidad de fibra en

el producto. La línea para Salvado de Trigo = 2: muestra cómo cambia la cantidad de fibra con los niveles de inulina cuando el salvado de trigo es igual a 2. La línea para Salvado de Trigo = 4: muestra cómo cambia la cantidad de fibra con los niveles de inulina cuando el salvado de trigo es igual a 4. Se observa que a medida que la cantidad de inulina aumenta de 1 a 2, la cantidad de fibra también aumenta en ambos niveles de salvado de trigo. Esto sugiere que la inulina tiene un efecto positivo sobre la cantidad de fibra. En ambos niveles de inulina, un mayor nivel de Salvado de Trigo (4) resulta en una mayor cantidad de fibra en comparación con un nivel menor de salvado de trigo (2). Esto indica que el salvado de trigo también tiene un efecto positivo sobre la cantidad de fibra. Existe interacción entre % Inulina y % Salvado de Trigo. Las líneas no son paralelas, lo que sugiere que existe una interacción entre la inulina y el salvado de trigo. La cantidad de fibra aumenta más significativamente cuando se combinan niveles altos de ambos ingredientes (inulina = 2 y salvado de trigo = 4).

Tabla 37

Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1,0	2,0	2,0
Salvo de Trigo	2,0	4,0	4,0

Valor óptimo= 11,397

La tabla 37, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 38

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Fibra

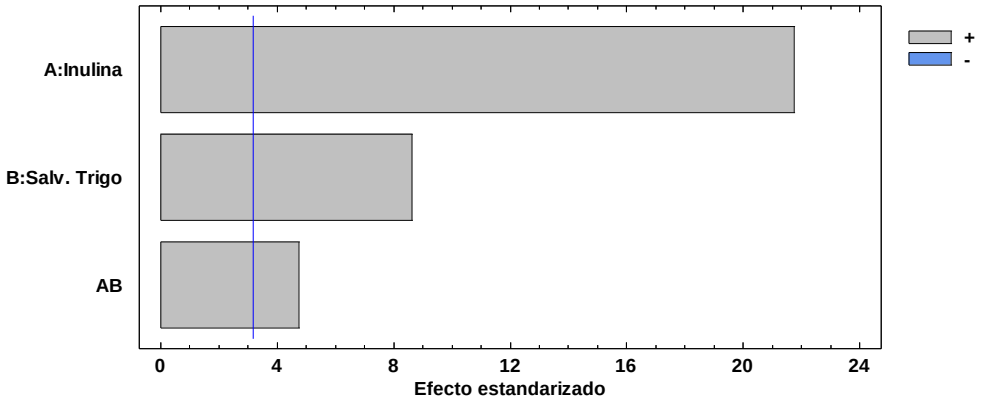
Coeficiente	Estimado
constante	8,223
A:Inulina	0,569
B:Salvo de Trigo	-0,2145
AB	0,36175

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

Fibra = 8,223 + 0,569*Inulina - 0,2145*Salv. Trigo + 0,36175*Inulina*Salv. Trigo en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 11,397, lo que constituye el valor óptimo.

Figura 16

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta % Fibra



La figura 16 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. La línea vertical azul en el gráfico representa el umbral de significancia. Los efectos que superan esta línea son considerados significativos. La inulina tiene el mayor valor del efecto, seguido por el valor del % Salvado de Trigo. La interacción también presenta efecto en él % Fibra.

4.3.2. Efecto del producto criodesecado sobre la proteína

Tabla 39

Resultados de proteína en el yogurt criodesecado, expresada en (%)

Tratamiento	R1	R2	R3
1	28,01	28,39	27,63
2	26,67	26,80	26,99
3	26,16	25,71	25,90
4	23,35	23,86	23,61

En la tabla 39 se da a conocer los resultados obtenidos en el yogur criodesecado en el parámetro proteína, se determinó mediante el método DUMAS. Este parámetro es importante ya que contribuyen al mantenimiento muscular, reparación de tejidos y sistema inmune. Según Huaraca, (2011) indica que la proteína aumenta en la liofilización debido a que los solutos se concentran más por la presencia de menor cantidad de agua.

Análisis de varianza

Tabla 40

Análisis de varianza para la variable Proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Inulina	21,0675	1	21,0675	246,75	0,000**
B:Salvado de Trigo	9,22253	1	9,22253	108,02	0,000**
AB	0,952033	1	0,952033	11,15	0,0156*
Error	0,512283	6	0,0853806		
Total	31,8148	11			

**Diferencia estadística altamente significativa; *Diferencia estadística significativa

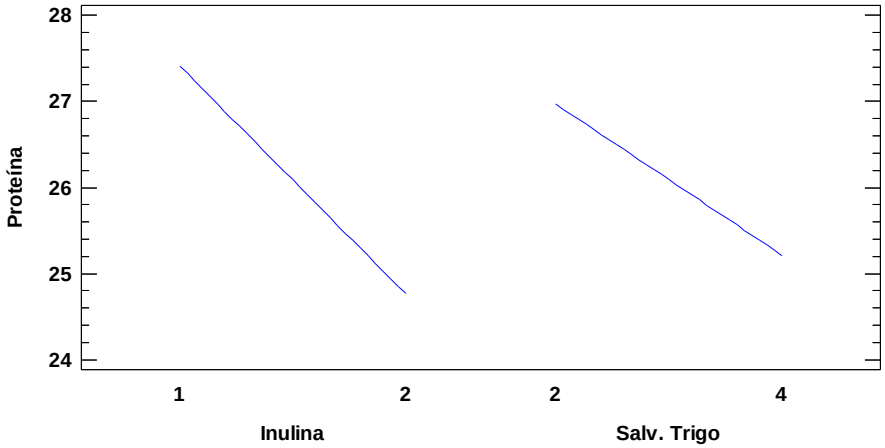
La tabla 40 indica el análisis de varianza para la variable de respuesta Proteína. Se descompone la variabilidad de cada uno de los efectos, debido a los dos factores: Porcentaje de Inulina y Porcentaje de Salvado de Trigo, su interacción, el error aleatorio y el total. Dado que el valor de p-value es menor que 0,05, en los factores A y B, existe evidencia estadística significativa en un 95% de nivel de confianza para rechazar la hipótesis nula. También se presenta significancia estadística en la interacción AxB.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,3898% de la variabilidad en Proteína. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 97,048%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,2922. El error medio absoluto (MAE) de 0,179583 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5,0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5,0%.

Efectos principales

Figura 17

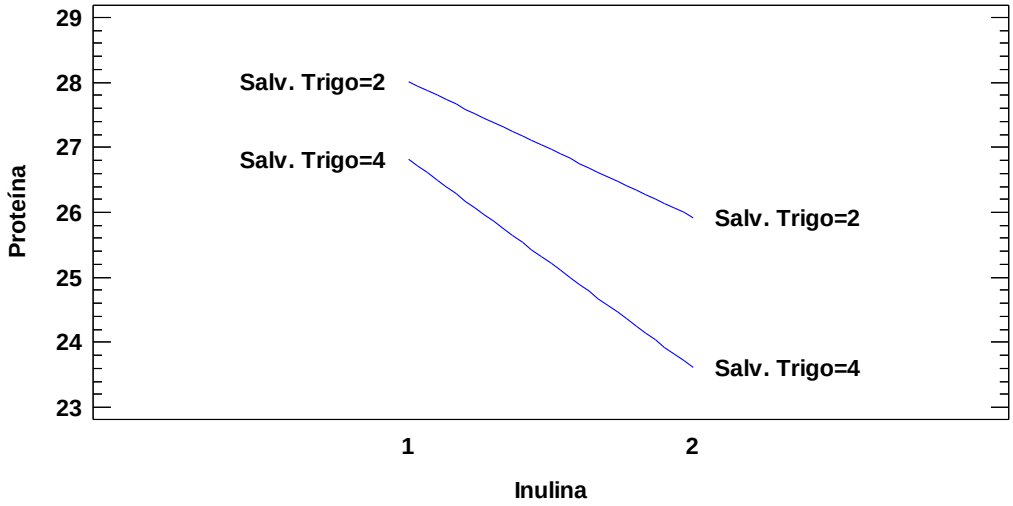
Gráfico de efectos principales para la variable porcentaje de Proteína



La figura 17 indica la relación entre los niveles bajo y alto de cada factor de estudio, con el Porcentaje de Proteína. El nivel bajo de Inulina y Salvado de Trigo, presentan un valor de porcentaje de Proteína alta. Al pasar a un nivel alto en los dos factores, se disminuye el % Proteína. Se observa también que el Factor A(Inulina) presenta mayor efecto.

Figura 18

Gráfico de interacción para la variable respuesta porcentaje de Proteína



La figura 18 indica cuando el salvado de trigo es 2, al aumentar la inulina de 1 a 2, la proteína disminuye de aproximadamente 28 a 26. Cuando el salvado de trigo es 4, al

aumentar la inulina de 1 a 2, la proteína disminuye de aproximadamente 27 a 24. Efecto del salvado de trigo: Cuando la inulina es 1, aumentar el salvado de trigo de 2 a 4 reduce la proteína de 28 a 27. Cuando la inulina es 2, aumentar el salvado de trigo de 2 a 4 reduce la proteína de 26 a 24. Las líneas no son paralelas, lo que indica una interacción entre la Inulina y el Salvado de Trigo, esto significa que, el efecto de la inulina en el contenido de proteína depende del nivel de salvado de trigo y viceversa, por tanto, los dos factores en él % de Proteína, por lo que presentan interacción.

Tabla 41

Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Inulina	1,0	2,0	1,0
Salvo de Trigo	2,0	4,0	2

Valor óptimo = 28,01

La tabla 41, indica la combinación de los niveles de los factores %Inulina y %Salvado de Trigo, en sus niveles bajo y alto, hasta encontrar el valor óptimo.

Tabla 42

Coeficientes se regresión para la variable respuesta porcentaje Proteína

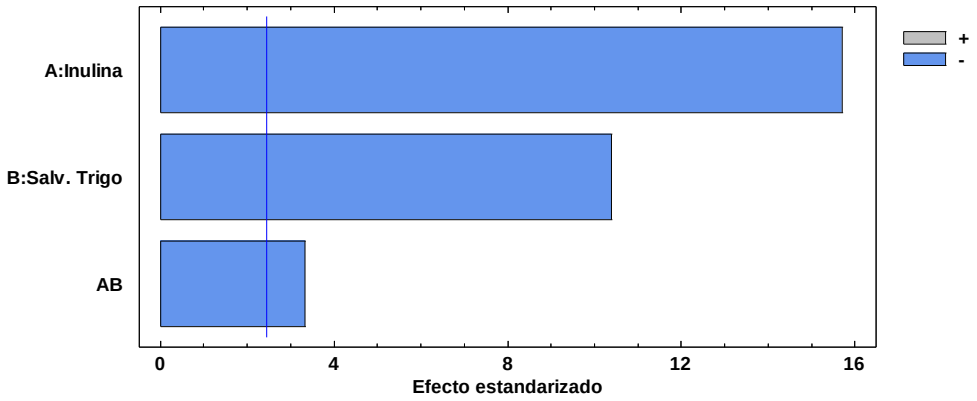
Coeficiente	Estimado
constante	30,16
A:Inulina	-0,96
B:Salvo de Trigo	-0,0316667
AB	-0,563333

La ecuación de regresión del modelo ajustado es:

% Proteína = 30,16 - 0,96*Inulina - 0,0316667*Salv. Trigo - 0,563333*Inulina*Salv. Trigo en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. El resultado de la variable de respuesta es: 28,01, lo que constituye el valor óptimo.

Figura 19

Diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta % Proteína



La figura 19 indica la relación entre el valor del efecto estandarizado con los factores de estudio y la interacción. La línea vertical azul en el gráfico representa el umbral de significancia. Los efectos que superan esta línea son considerados significativos. La inulina tiene el mayor valor del efecto, seguido por el valor del % Salvado de Trigo. La interacción también presenta efecto en él % Proteína.

4.4.Resultados de la evaluación sensorial al producto liofilizado para determinar el mejor tratamiento

4.4.1. Criterio Color

Tabla 43

Análisis de varianza para la variable respuesta Color

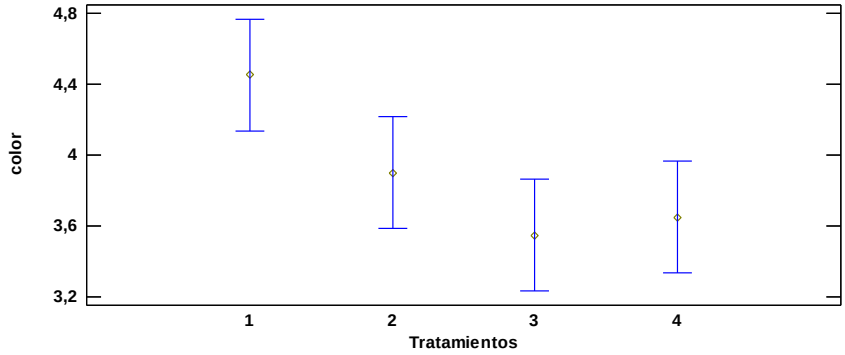
Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tratamientos	4,86875	3	1,62292	3,49	0,0293*
B: Catadores	4,80625	9	0,534028	1,15	0,3659 Ns
Error	12,5688	27	0,465509		
Total	22,2438	39			

*Diferencia estadística significativa; Ns: Diferencia estadística no significativa

La tabla 43 indica la descomposición de la variabilidad de la variable de respuesta Color en contribuciones debido al efecto del factor tratamiento, se bloque el efecto de los catadores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre color con un 95,0% de nivel de confianza.

Figura 20

Gráfico de medias para la variable respuesta Color



La figura 20 indica las medias de cada tratamiento. Los tratamientos 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales. El Tratamiento 1 es diferente estadísticamente al tratamiento 3 y 4, pero igual al tratamiento 2. El tratamiento 1 presenta la media más alta en relación a los demás tratamientos.

Tabla 44

Prueba de rangos múltiples para la variable respuesta Color

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	10	3,55	0,215757	X
4	10	3,65	0,215757	X
2	10	3,9	0,215757	XX
1	10	4,45	0,215757	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia

mínima significativa (LSD) de Fisher. El valor de la del tratamiento 1 presenta mayor valor en relación a los otros tratamientos.

4.4.2. Criterio Olor

Tabla 45

Análisis de varianza para la variable respuesta Olor

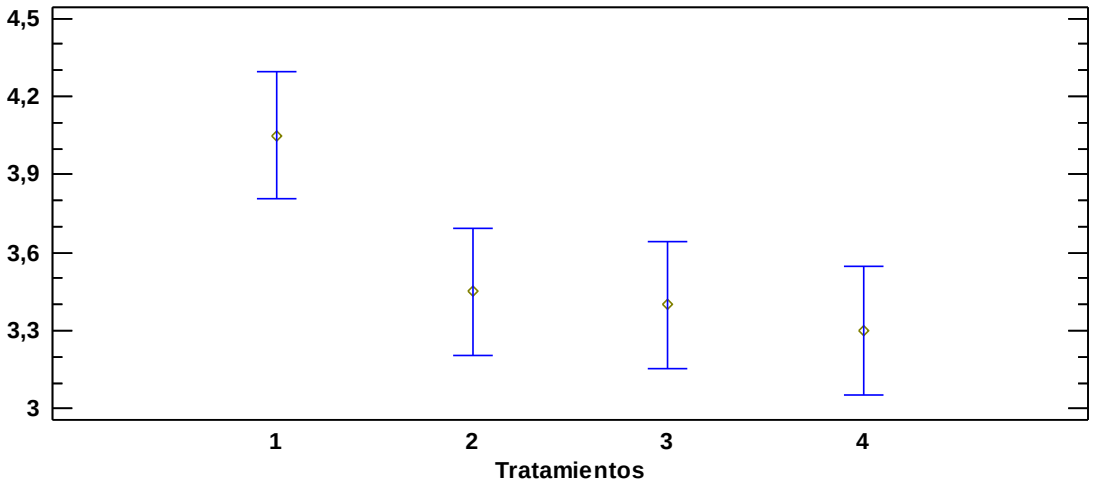
Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tratamientos	3,45	3	1,15	4,05	0,0169*
B:Catadores	6,275	9	0,697222	2,45	0,0345*
Error	7,675	27	0,284259		
Total	17,4	39			

*Diferencia estadística significativa

La tabla 45 indica la descomposición de la variable olor en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre aroma con un 95,0% de nivel de confianza.

Figura 21

Gráfico de medias para la variable respuesta Olor



La figura 21 indica las medias de cada uno de los tratamientos en relación a la variable olor. Los tratamientos 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

Tabla 46

Pruebas de rangos múltiples para la variable respuesta Olor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	10	3,3	0,1686	X
3	10	3,4	0,1686	X
2	10	3,45	0,1686	X
1	10	4,05	0,1686	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. El valor del tratamiento 1 es mayor al valor de los otros tratamientos, por lo que es diferente estadísticamente.

4.4.3. Criterio Sabor

Tabla 47

Análisis de varianza para la variable respuesta Sabor

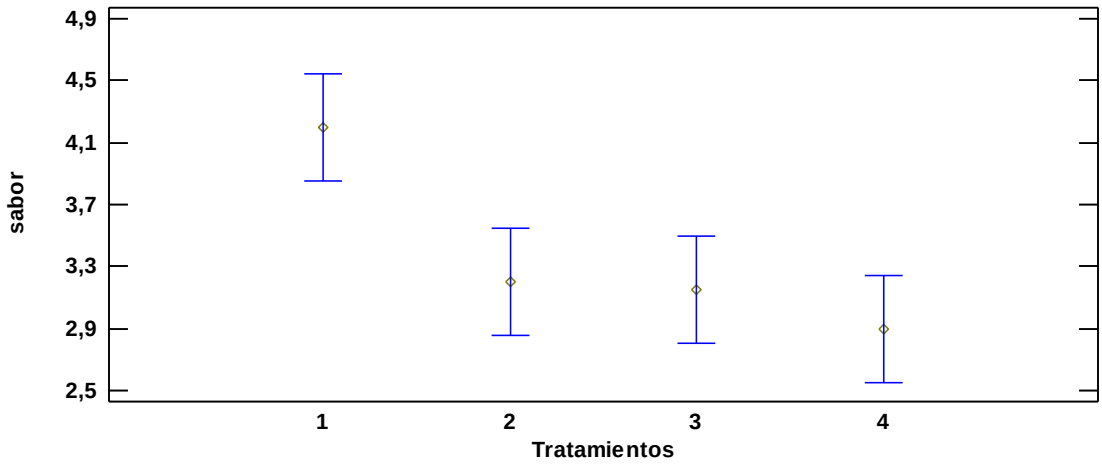
Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tratamientos	9,8687	3	3,28958	5,85	0,0033*
B:Catadores	3,4312	9	0,38125	0,68	0,7221 Ns
Error	15,193	27	0,562731		
Total	28,493	39			

*Diferencia estadística significativa; Ns: Diferencia estadística no significativa

La tabla 47 indica la descomposición de la variabilidad de sabor en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre sabor con un 95,0% de nivel de confianza.

Figura 22

Gráfico de medias de la variable respuesta Sabor



La figura 22 indica las medias de cada tratamiento. El tratamiento 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 es diferente a los demás tratamientos, y presenta un valor mayor.

Tabla 48

Prueba de rangos múltiples de la variable respuesta Sabor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	10	2,9	0,23722	X
3	10	3,15	0,23722	X
2	10	3,2	0,23722	X
1	10	4,2	0,23722	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. El valor del tratamiento 1 es mayor a los otros tratamientos y es diferente estadísticamente. Los tratamientos 4, 3 y 2 son estadísticamente iguales.

4.4.4. Criterio Textura

Tabla 49

Análisis de varianza de la variable respuesta Textura

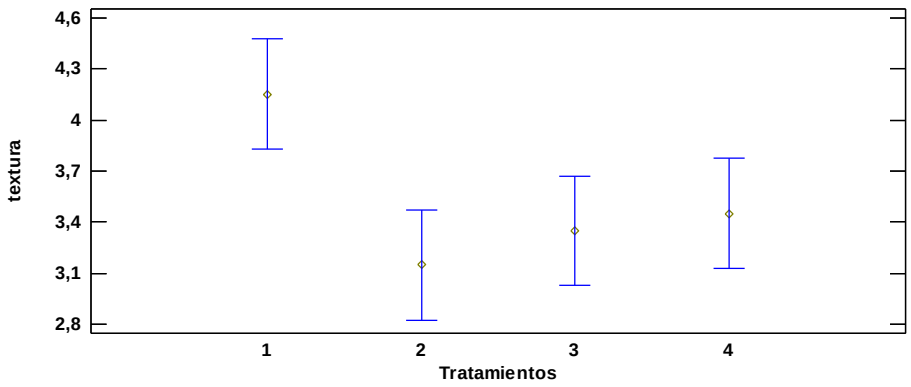
Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tratamientos	5,675	3	1,89167	3,83	0,0208*
B: Catadores	2,975	9	0,330556	0,67	0,7285 Ns
Error	13,325	27	0,493519		
Total	21,975	39			

*Diferencia estadística significativa; Ns: Diferencia estadística no significativa

La tabla 49 indica la descomposición de la variabilidad de textura en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre textura con un 95,0% de nivel de confianza.

Figura 23

Gráfico de medias de la variable respuesta Textura



La tabla 23 indica las medias de cada tratamiento en relación a la variable Textura. Los tratamientos 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 es diferente a los otros tratamientos y presenta un valor más alto.

Tabla 50

Prueba de rangos múltiples de la variable respuesta Textura

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	10	3,15	0,222153	X
3	10	3,35	0,222153	X
4	10	3,45	0,222153	X
1	10	4,15	0,222153	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Los valores de las medias de los tratamientos 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales. El valor de la media del tratamiento 1 es mayor en relación a los otros tratamientos.

4.4.5. Criterio Aceptabilidad

Tabla 51

Análisis de varianza de la variable respuesta Aceptabilidad

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tratamientos	15,0187	3	5,00625	9,62	0,0002**
B:Catadores	12,1813	9	1,35347	2,6	0,0263*
Error	14,0438	27	0,520139		
Total	41,2438	39			

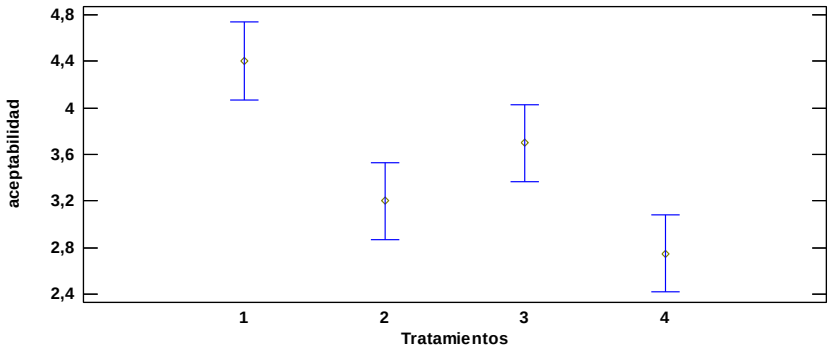
**Diferencia estadística altamente significativa; *Diferencia estadística significativa

La tabla 51 indica la descomposición de la variabilidad de aceptabilidad en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0,05, estos factores

tienen un efecto estadísticamente significativo sobre aceptabilidad con un 95,0% de nivel de confianza.

Figura 24

Gráfico de medias de la variable respuesta Aceptabilidad



La figura 24 indica las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento 1 es estadísticamente igual a la media del tratamiento 3 y diferente a las medias de los tratamientos 2 y 4. La media del tratamiento 2 es estadísticamente igual a la media del tratamiento 3 y 4, y diferente a la media del tratamiento 1. La media del tratamiento 3 es estadísticamente igual a la media del tratamiento 1 y 2 pero diferente a la media del tratamiento 4. La media del tratamiento 4 es estadísticamente igual a la media del tratamiento 2 y diferente a la media del tratamiento 1 y 3. El mayor valor presenta el tratamiento 1.

Tabla 52

Prueba de Rangos múltiples de la variable respuesta Aceptabilidad

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	10	2,75	0,228066	X
2	10	3,2	0,228066	XX
3	10	3,7	0,228066	X
1	10	4,4	0,228066	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método

empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. El tratamiento 1 presenta el mayor valor de la media en relación a los otros tratamientos.

4.4.6. Mejor tratamiento criodesecado

Basándonos en los resultados del análisis sensorial, el T1 que se destaca como el mejor, con la combinación (1% de inulina, 2% de salvado de trigo). Puesto a que se presentó un valor superior en relación a las variables de los demás tratamientos, se obtuvo una media en el atributo color 4,40, olor 4,05, sabor 4,20, textura 4,15, Aceptabilidad 4,45. La combinación en el tratamiento T1 podría haber proporcionado una sinergia única de sabores, texturas y propiedades prebióticas que resultaron en una experiencia sensorial altamente satisfactoria para los evaluadores.

4.5.Análisis físico químico y microbiológico del mejor tratamiento

Para el análisis físico, químico y microbiológico del producto criodesecado se determinó la calidad del mejor tratamiento (T1) de acuerdo al análisis sensorial previamente realizado y analizado. En este análisis, evaluamos varios parámetros cruciales, incluyendo fibra, porcentaje de proteína, calcio, conteo de lactobacilos, humedad, ceniza y grasa.

Tabla 53

Análisis físico, químico y microbiológico del producto criodesecado

Resultados obtenidos		
Muestra: Yogur criodesecado 1% de inulina, 2% de salvado de trigo		
Parámetro	**Unidad**	**Resultado**
Fibra	%	9,09
Proteína	%	28,01
Calcio	mg/100g	543,59
Humedad	%	5,30
Ceniza	%	2,95
Grasa	%	12,80
Conteo de *Lactobacillus*	UFC	$1,00 \pm 0,27 \text{ X } 10^{7}$ UFC g^{-1}

4.5.1. Fibra

El análisis de fibra del yogur liofilizado (T1) arrojó un contenido de fibra del 9,09%, determinado mediante el método WEENDE. Este resultado indica un nivel significativo de fibra dietética presente en el producto. En este caso, la alta concentración de fibra sugiere que el tratamiento T1, que contiene 1% de inulina y 2% de salvado de trigo, es una fuente rica en fibra. La inulina es conocida por sus propiedades prebióticas, mientras que el salvado de trigo es una excelente fuente de fibra insoluble. La combinación de estos ingredientes puede haber contribuido al alto contenido de fibra del producto. Además, el método de análisis WEENDE es una técnica estándar ampliamente utilizada para la determinación de fibra en alimentos. Este método es preciso y confiable para medir la cantidad total de fibra presente en una muestra, lo que respalda la validez y la precisión de los resultados obtenidos para el tratamiento T1.

Según Romero (2022), menciona que la adición de inulina en el yogur potencia la proliferación de la microbiota intestinal, la inulina se ha utilizado como un coadyuvante de textura en los yogures. La fibra es un componente importante en la dieta que contribuye a la salud digestiva y puede tener beneficios para la salud en general

4.5.2. Proteína

El análisis del porcentaje de proteína en el yogur liofilizado (T1) reveló un contenido del 28,01%, determinado mediante el método Dumas. Este resultado indica un alto contenido proteico en el producto. La proteína es un nutriente esencial para el crecimiento y la reparación de tejidos en el cuerpo humano, y su presencia en alimentos como el yogur liofilizado puede contribuir significativamente a la ingesta diaria de proteínas. El método Dumas, utilizado para este análisis, es una técnica ampliamente reconocida y validada para la determinación precisa del contenido de proteínas en alimentos. Este método se basa en la combustión de la muestra y la medición de nitrógeno liberado, que luego se convierte en contenido de proteína. La precisión y fiabilidad del método Dumas respaldan la validez de los resultados obtenidos para el tratamiento T1. En cuanto al contenido proteico del tratamiento T1, la combinación de ingredientes como la inulina y el salvado de trigo puede haber contribuido a este resultado. El salvado de trigo es conocido por ser una buena fuente

de proteína vegetal, mientras que la inulina puede haber mejorado la retención de proteínas durante el proceso de liofilización.

Consumir prebióticos ayudan al crecimiento de microrganismos probióticos, estos junto con la proteína puede ayudar a mejorar la digestión y la absorción de nutrientes, lo que garantiza que el cuerpo pueda aprovechar al máximo las proteínas y otros nutrientes presentes en la dieta, una flora intestinal saludable es crucial para la salud digestiva y general. (Vazquez, 2024)

4.5.3. Calcio

El análisis de calcio realizado en el yogur liofilizado (T1) arrojó un contenido de 543,59 mg por cada 100 g del producto, utilizando el método de absorción atómica. Este resultado indica la presencia significativa de calcio en el tratamiento T1. El calcio es un mineral crucial para la salud ósea y dental, así como para diversas funciones fisiológicas, como la contracción muscular y la coagulación sanguínea. La cantidad de calcio encontrada en el yogur liofilizado puede atribuirse a la inclusión de ingredientes como el salvado de trigo, conocido por ser una fuente naturalmente rica en calcio. El método de absorción atómica es una técnica analítica altamente sensible y precisa que permite la cuantificación de metales, como el calcio, en muestras de alimentos. Su aplicación en este análisis garantiza la fiabilidad y exactitud de los resultados obtenidos para el tratamiento T1. En resumen, el análisis de calcio confirma que el tratamiento T1 es una fuente importante de este mineral esencial, lo que sugiere su potencial para contribuir a los requerimientos diarios de calcio y promover la salud ósea y general.

El yogur se considera la mejor fuente dietética de calcio por el contenido y la biodisponibilidad del mineral, el cual es imprescindible para la contracción muscular y la función del sistema nervioso por ello este nutriente debe aportarse en la dieta. Para cubrir las recomendaciones del calcio, no solo se requiere de alimento que contenga este mineral, sino que, además, el calcio este biodisponible puede ser absorbido en el intestino y, por lo tanto, ser utilizado para las funciones fisiológicas. (Beltran, 2021)

4.5.4. Humedad

El análisis de humedad realizado en el yogur liofilizado (T1) reveló un contenido del 5,30%. Este análisis se llevó a cabo mediante el método AOAC 925.10, que es una técnica de referencia para determinar el contenido de humedad en alimentos. Un contenido de humedad del 5,30% en el yogur liofilizado sugiere que el producto tiene una baja cantidad de agua, lo que contribuye a su estabilidad y larga vida útil al reducir el crecimiento microbiano. La liofilización, un proceso de deshidratación que implica congelar el producto y luego eliminar el agua mediante sublimación, es probablemente responsable de este bajo contenido de humedad.

Este resultado es favorable, ya que una humedad adecuadamente controlada es crucial para mantener la calidad y seguridad del producto durante su almacenamiento y distribución. En resumen, el análisis de humedad confirma que el yogur liofilizado (T1) tiene un contenido de agua adecuadamente bajo, lo que sugiere una buena estabilidad y calidad del producto.

La humedad es la cantidad de agua presente en la superficie o interior de un cuerpo. La humedad es un parámetro importante en los alimentos, ya que afecta su estabilidad, vida útil y textura. La determinación del contenido de humedad de una muestra liofilizada es una de las mediciones más importantes y utilizadas en el procedimiento y prueba de alimentos, porque está relacionado con la conservación de los incompuestos y el adecuado proceso de secado de las muestras. (Flores, 2021)

4.5.5. Ceniza

El análisis de ceniza realizado en el yogur liofilizado (T1) arrojó un contenido del 2,95%. Este análisis se llevó a cabo mediante el método AOAC 923.03, que es una técnica estándar para determinar el contenido de ceniza en alimentos. La ceniza en los alimentos representa los minerales inorgánicos presentes después de la incineración a altas temperaturas, lo que refleja la cantidad de material inorgánico en la muestra. Un contenido de ceniza del 2,95% en el yogur liofilizado indica la presencia de minerales inorgánicos esenciales como calcio, magnesio y potasio, que son importantes para la salud ósea, muscular y cardiovascular.

Este resultado sugiere que el yogur liofilizado es una fuente adecuada de minerales, lo que puede ser beneficioso para la salud. Un contenido de ceniza dentro de este rango es deseable, ya que proporciona los minerales necesarios sin afectar negativamente la calidad del producto. En resumen, el análisis de ceniza confirma que el yogur liofilizado contiene una cantidad adecuada de minerales inorgánicos, lo que lo convierte en una opción nutricionalmente beneficiosa.

La determinación de cenizas permite detectar posibles contaminaciones metálicas en los alimentos las cuales pueden ocurrir durante el proceso de producción, si parte de los metales dela maquinaria pasan al producto o durante el almacenamiento, además, la ceniza también puede influir en las propiedades físicas y sensoriales del producto final, como su textura y sabor (Marquez, 2014)

4.5.6. Grasa

El análisis de grasa realizado en el yogur liofilizado (T1) arrojó un contenido del 12,80%. Este análisis se llevó a cabo mediante el método AOAC 2003.06, que es una técnica estándar para determinar el contenido de grasa en alimentos. La grasa es un componente importante en la dieta, que proporciona energía y ayuda en la absorción de vitaminas liposolubles. En el caso del yogur liofilizado, el contenido de grasa del 12,80% indica una cantidad moderada de lípidos en el producto final.

Un contenido de grasa dentro de este rango es deseable ya que aporta una textura y sabor adecuados al producto final, además de mejorar la saciedad y la palatabilidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que un exceso de grasa puede aumentar el contenido calórico del producto y afectar negativamente la salud cardiovascular si se consume en exceso. Por lo tanto, el contenido de grasa del 12,80% en el yogur liofilizado parece ser apropiado para mantener un equilibrio entre la calidad sensorial y la salud nutricional. En resumen, el análisis de grasa confirma que el yogur liofilizado contiene una cantidad moderada de lípidos, lo que contribuye a sus propiedades sensoriales y nutricionales.

Según Murillo (2022). La inulina y Salvado de Trigo desempeñan un papel crucial en la modificación del contenido de grasa y las propiedades de diversos productos alimenticios. Akin et al (2007), asumió que la Inulina en la industria alimentaria juega un papel

fundamental debido a sus altos beneficios tecnológicos y fundamentales. Por otra parte, en una investigación que realizo Montesdeoca et al (2020), donde se utilizó diferentes % de Inulina para diversos tratamientos, para observar la eficacia de viscosidades que produce en el yogur. Oliveira et al (2022), reporto que la inulina sirve como modificador prebiótico, azucarero y textura, impactando los atributos sensoriales y el perfil de textura de los productos alimenticios debido a su significación físico-química

4.5.7. Conteo de *Lactobacillus spp*

Los resultados del conteo de *Lactobacillus* en el yogur liofilizado para el mejor tratamiento (T1) muestran un recuento de 1,00 ± 0,27 x 10^7 UFC/10mL (Unidades Formadoras de Colonias) por gramo. Según la NTE INEN 2395 se dice que "el contenido leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo especifico como bacterias probióticas 10^6 UFC". Este resultado indica la cantidad de bacterias viables presentes en el producto final. La presencia de *Lactobacillus* es crucial en productos fermentados como el yogur, ya que estas bacterias son responsables de la fermentación láctica que convierte la lactosa en ácido láctico, lo que contribuye al sabor característico y a la conservación del producto. El recuento de *Lactobacillus* dentro de este rango específico sugiere que el proceso de fermentación fue exitoso y que se ha mantenido una población bacteriana adecuada durante el proceso de liofilización. Esto es importante porque las bacterias *Lactobacillus* no solo contribuyen al sabor y la textura del yogur, sino que también pueden tener beneficios para la salud, como mejorar la digestión y fortalecer el sistema inmunológico.

Evaluar el conteo de *Lactobacillus* en el yogur liofilizado nos proporciona información crucial sobre la calidad del producto final. Un recuento adecuado de estas bacterias indica un proceso de producción controlado y garantiza un producto de alta calidad en términos de sabor, textura y beneficios para la salud. Además, nos permite ajustar y optimizar los procesos de producción para mantener o mejorar la calidad del producto en futuras iteraciones (Íñiguez et al., 2018). Cabe recalcar que se realizó un estudio conteo de bacterias probióticos en un yogur liofilizado Según Llumiquinga, (2023) dice "los análisis realizados al yogur semilíquido con un valor de $4{,}5 \times 10^8$ UFC/mL y al yogur liofilizado con un valor de 593×10^3 UFC/g, se pudo analizar que al momento de la liofilización se

muere un porcentaje de bacterias probióticas debido al proceso, estas bacterias vuelven a revivir al momento de ingerir el producto" Esta investigación realizada nos comprobó que el yogur expuesto sin contenido de fibra en casos puede obtener deficiencia de bacterias probióticas, en comparación de un yogur liofilizado con características prebióticas.

4.6.Imagen comercial del producto

Para la etiqueta se basó a la normativa NTE INEN 2883, donde el empaque y etiqueta del producto criodesecado fermentado con características prebióticas. Esta etiqueta debe incluir de manera clara y legible el nombre de la marca del producto, información nutricional, lista de ingredientes, detalles adicionales que aporten al consumidor. El propósito fundamental de la información proporcionada en las etiquetas es brindar a los consumidores una visión apropiada de los componentes o nutrientes presentes en el alimento, considerados relevantes desde el punto de vista nutricional. Es crucial destacar que esta información, su finalidad es presentar de manera transparente las proporciones de nutrientes presentes en el producto. En el caso del producto criodesecado, esto implica resaltar su alto contenido de fibra y proteína que aporta al consumidor.

Figura 25

Etiqueta del producto final



Vista frontal

Vista posterior

4.7. Comprobación de hipótesis

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron:

Hipótesis alterna (Ha)

El desarrollo de un producto fermentado criodesecado con características prebióticas, influye en el porcentaje de fibra y proteína.

$$Ha: T1=T2=T3.....Tn$$

Hipótesis nula (Ho)

El desarrollo de un producto fermentado criodesecado con características prebióticas, no influye en el porcentaje de fibra y proteína.

$$Ho: T1 \neq T2 \neq T3.....Tn$$

Verificación de hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se lo ejecutó mediante la comparación de los valores de F calculada en el cuadro de análisis de varianza ANOVA, con los valores de F correspondientes a la tabla de Fisher al 0,05 de significancia, con la siguiente designación: si F calculado es mayor que F tabulado se rechaza la Ho (Hipótesis nula) y se acepta la Ha (Hipótesis alterna) con un 95% de confiabilidad.

Tabla 54

Comprobación de hipótesis

Factores	Fibra		Proteína	
	F. calculado	F. Tabla	F. calculado	F. Tabla
A: Inulina	472,9	5,591	246,75	4,844
B: Salvado de trigo	74,42	5,591	108,02	4,844
Interacción: Factor A x Factor B	22,61	5,591	11,15	4,844

En la tabla 54 se evidencia los valores de F calculado y F tabulado de cada uno de los atributos del análisis de fibra y proteína de los tratamientos.

Inulina: Según el F calculado es mayor que el F tabulado, existe diferencia estadísticamente significativa., por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Salvado de trigo: Según el F calculado es mayor que el F tabulado, existe diferencia estadísticamente significativa., por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Interacción: Factor A x Factor B: Según el F calculado es mayor que el F tabulado, existe diferencia estadísticamente significativa., por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos y las conclusiones planteadas se presentan las siguientes conclusiones:

- La caracterización de las materias primas cumplió con los estándares de calidad requeridos para la producción del producto criodesecado. Los análisis físico-químicos revelaron que las características de acidez, lactosa, proteína, grasa, sólidos no grasos, densidad y punto de congelación están en conformidad con la normativa INEN 9:2012.

- Se determinó que el porcentaje óptimo de inulina y salvado de trigo para la obtención de un producto fermentado bebible es del 2% de inulina y el 4% de salvado de trigo, compuesto por esta combinación, fue el que tuvo mejor características bromatológicas.

- El desarrollo del producto fermentado criodesecado enriquecido con fibra mostró resultados prometedores. La liofilización actuó como un proceso efectivo para conservar las características prebióticas del producto.

- La evaluación sensorial demostró que el tratamiento T1 fue el más aceptado por su color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Esto sugiere que la combinación de inulina y salvado de trigo en las proporciones mencionadas proporciona un producto con características organolépticas superiores.

- Los análisis físicos, químicos y microbiológicos del producto criodesecado confirmaron su calidad y seguridad, dándonos un producto simbiótico gracias al gran contenido de fibra prebiótica y la cantidad de bacterias lácticas vivas presentes en el producto. El contenido de humedad, ceniza y grasa se encontró en niveles adecuados para garantizar la estabilidad y el valor nutricional del producto.

- Finalmente, este trabajo de investigación nos ha permitido conocer la factibilidad y el potencial de desarrollar un producto fermentado criodesecado enriquecido con fibra. A través de la caracterización de las materias primas, la determinación de los porcentajes óptimos de inulina y salvado de trigo, el desarrollo del producto, la evaluación sensorial y el análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas, hemos obtenido resultados alentadores

5.2. Recomendaciones

Basándonos en los resultados obtenidos en esta investigación, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Es crucial realizar un monitoreo continuo del contenido de bacterias vivas y muertas durante todo el proceso de liofilización. Esto garantizará la calidad y la eficacia del producto final en términos de su potencial probiótico y su impacto en la salud del consumidor.

- Se sugiere ampliar el análisis de los componentes nutricionales del producto, incluyendo la evaluación de vitaminas antes y después del proceso de liofilización. Este enfoque proporcionará una comprensión más completa del valor nutricional del producto y permitirá su posicionamiento como una opción saludable en el mercado alimentario.

- Considerando la versatilidad de los ingredientes utilizados, se podría explorar la posibilidad de elaborar el yogur liofilizado utilizando leche de diferentes fuentes, como la leche de búfalo. Esto no solo diversificaría la gama de productos, sino que también podría ofrecer alternativas más económicas sin comprometer la calidad nutricional.

- Se recomienda fomentar la investigación y la exploración en el campo de la agroindustria, especialmente entre los estudiantes universitarios. Esto podría lograrse mediante la creación de programas de investigación interdisciplinarios y la provisión de recursos adecuados para la investigación y el desarrollo de productos innovadores en el ámbito alimentario.

- Para garantizar la viabilidad comercial del producto, es fundamental realizar un análisis detallado de los costos de producción y establecer estrategias de comercialización efectivas. Esto incluye la identificación de precios competitivos en el mercado y la creación de una estrategia de marca sólida que resalte los beneficios únicos del producto.

- Finalmente, se sugiere fortalecer la infraestructura y los recursos disponibles en la universidad para facilitar la investigación y el desarrollo de productos alimentarios deshidratados. Esto incluye la adquisición de equipos especializados y la capacitación del personal docente y estudiantil en técnicas de procesamiento de alimentos innovadoras.

BIBLIOGRAFÍA

Abdella, A., Al-Saman, M., Abou-Elazm, F. I., & El-Far, S. W. (2023). *Rhizopus oryzae Inulinase Production and Characterization with Application in Chicory Root Saccharification. Microbiology Research,* 14(1), 297-315.

Aburto, H. (2019). *Estudio de la viabilidad del uso de inulina como prebiótico adicionado a yogurt*. Obtenido de https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46907/AburtoTellezHanssel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Agronomía. (2021). *Trigo (Triticum spp)*. Obtenido de https://www.xn--agronoma-i2a.com/2021/02/trigo.html

Agudelo, C., & Gómez, L. (2020). Evaluación de la sustitución de grasa por salvado de trigo en un producto cárnico emulsificado mortadela. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/724/

Amane. (2022). *Criodesecadores (freeze dryers)*. Obtenido de https://microscopiaelectronica.com/equipos-preparacion/secado/freeze-dryers.html#

Arcos, E., & Enríquez, Y. (2024). Extracción de inulina de raíces y tallos de la provincia del Carchi y su utilización en el desarrollo de un yogurt líquido y un helado cremoso. UPEC. Obtenido de http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2269

Argebio. (2020). *La biotecnología*. Obtenido de https://argenbio.org/biotecnologia

ARGENBIO. (2020). *La biotecnología*. Obtenido de https://argenbio.org/biotecnologia

Babio, N. (2019). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición hospitalaria*, 26-30. Obtenido de https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v34s4/05_babio.pdf

Beltran. (2021). *Evalucion del contenido de calcio en leche y yogur*. Estado Hidalgo: Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo.

Benalcázar, J. (2021). Elaboración de yogurt enriquecido con inulina y sulfato de zinc endulzado con stevia utilizando pulpa de jackfruit (artocarpus heterophyllus lam). Obtenido de https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_269f51501aa79946026763c59396bf6e

Benítez, C. (2019). *La inulina: propiedades y beneficios*. Obtenido de https://www.sport.es/labolsadelcorredor/la-inulina-propiedades-y-beneficios/

Cabrera, J. (2021). *Estudio de prefactibilidad e impacto ambiental para el establecimiento de una planta de procesamiento de lácteos en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de pregrado.* Santo Domingo - Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Canchanya, M., & Munive, R. (2019). Evaluación de la actividad prebiótica in vitro y propiedades funcionales de la harina de pulpa de calabaza (Curcubita ficifolia). Obtenido de http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5399

CODEX. (2020). *Yogur natural cremoso sin lactosa.* Obtenido de https://www.fageda.com/wp-content/uploads/2021/05/Natural-Sin-Lactosa_FT-LAC-015-NATSLACT_rev06Cast.pdf

Consumer. (2022). *Salvado de trigo para el estreñimiento*. Obtenido de https://www.consumer.es/alimentacion/salvado-de-trigo-para-el-estrenimiento.html#:~:text=salvado%20de%20trigo%3F-,El%20salvado%20de%20trigo%20es%20la%20capa%20exterior%20del%20grano,la%20testa%20y%20la%20aleurona.

Córdova, M. (2020). Determinación del perfil lipídico en yogurt de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31590

Cruz et al. (2020). *Estudio de factibilidad técnica de un yogurt enriquecido con vitamina A encapsulada por medio de almidones modificados*. Obtenido de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.respyn.uanl.mx%

Cuellar, C., & Ortiz, B. (2022). *Evaluación de porcentajes de inulina y agt-800 en las características fisicoquímicas del yogur batido tipo i utilizando sólidos no grasos.* Calceta.

Dieci, C. (17 de Febrero de 2021). *ingredients saccosystem*. Obtenido de Yogur: qué es, cómo se produce y beneficios para el organismo:

https://ingredients.saccosystem.com/es/yogur-que-es-como-se-produce-y-beneficios-para-el-organismo/

Fierro, A. V. (2022). *Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de yogurt.* Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

Flores, L. (2021). *Protocolo para determinacion de humedad en micrioalgas liofilizadas.* Peru: Instituto del Mar del Peru.

Gamarra, J. D. (2019). PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DEMAESTROENCIENCIAS DE LOS ALIMENTOS. *UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN*, 13.

Garcia, I. (2019). Desarrollo de un sistema de cría para Cheirodon interruptus: una alternativa a la explotación de poblaciones silvestres y para el uso de la especie en bioensayos de toxicidad. Obtenido de https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/81871

Gil, A. (2020). *Composición y calidad nutritiva de los alimentos.* España: Medica Panamericana.

Gimeno, E. (2020). *Alimentos prebióticos y probióticos*. Obtenido de https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-alimentos-prebioticos-probioticos-13061800

Gomez, W. (2013). SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SÉMOLA DE TRIGO (Trítícun durwn) POR HARINA DE KIWICHA {Amaranthus caudatus) Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE COCOONY SENSORIAL DE LA PASTA ELABORADA". *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA*, 68.

Gullón. (24 de Agosto de 2020). *Salvado de trigo, propiedades,beneficios*. Obtenido de Gullon: https://gullon.es/salvado-trigo-propiedades/

Gullón. (2022). *Salvado de trigo, propiedades y beneficios*. Obtenido de https://gullon.es/salvado-trigo-propiedades/

Holdridge, L. (1979). *Ecología basada en zonas de vida.* San José, Costa Rica: IICA.

Huaraca, A. (2011). *Evaluación nutritiva y nutracéutica de la frutilla (fragaria vesca) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas.* Riobamba: Escuela Superior Poliecnica del Chimborazo.

INEN. (2011). *Leches fermentadas* . Quito: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN .

INIAP. (2020). *Trigo Triticum aestivum L*. Obtenido de http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo

Kalstein. (2021). *Importancia de los liofilizadores para la elaboración de yogurt*. Obtenido de https://kalstein.ec/importancia-de-los-liofilizadores-para-la-elaboracion-de-yogurt/

Llumiquinga, K. (2023). *Desarrollo de un producto probiotico lioflizado a base de leche cabra.* Guaranda: Universidad Estatal de Bolivar.

Madrigal, L. (2019). *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400012#:~:text=La%20inulina%20es%20un%20carbohidrato,como%20ingrediente%20en%20alimentos%20funcionales.

Marquez, B. (2014). *Cenizas y grasas.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin.

Mayo clinic. (2021). *Los prebióticos, los probióticos y la salud*. Obtenido de https://www.mayoclinic.org/es-es/prebiotics-probiotics-and-your-health/art-20390058#:~:text=Los%20prebi%C3%B3ticos%20son%20fibras%20vegetales,bacterias%20sanas%20en%20el%20intestino.

Mediatrader. (2019). *Una dieta pobre en fibra podría originar enfermedades cardiovasculares, diabetes o cáncer de colon*. Obtenido de https://www.consumer.es/salud/una-dieta-pobre-en-fibra-podria-originar-enfermedades-cardiovasculares-diabetes-o-cancer-de-colon.html#:~:text=La%20deficiencia%20de%20fibra%20en,Superior%20de%20Investigaciones%20Cient%C3%ADficas%20(CSIC)

Parzanase, M. (2019). *Liofilización de alimentos*. Obtenido de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=209#:~:text=La%20liofilizaci%C3%B3n%20es%20una%20t%C3%A9cnica,calor%20en%20condiciones%20de%20vac%C3%ADo.

Pato, S. (13 de Enero de 2022). *Psicologia y mente*. Obtenido de Inulina: beneficios y efectos secundarios: https://www.publico.es/psicologia-y-mente/inulina-beneficios-y-efectos-secundarios/

Pérez. (2022). *Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (TALQ)*. Obtenido de https://www.ub.edu/talq/es/node/285

Pogorzelec, V., & Fernández, C. (2022). Raíz de achicoria (Cichorium intybus) mínimamente procesada como fuente de inulina para la elaboración de galletas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 20-34. Obtenido de http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/61

Portalatín, B. (2019). *Estos son los alimentos que tienen prebióticos y probióticos: imprescindibles en tu dieta*. Obtenido de https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20190908/alimentos-prebioticos-probioticos-imprescindibles-dieta/426707775_0.html#:~:text=Probi%C3%B3ticos%3A%20yogur%2C%20k%C3%A9fir,equilibrio%20en%20la%20microbiota%20intestinal.

Primio, N. D. (2021). *Actividad de los fructooligosacáridos como prebiótico y efectos sobre el tracto intestinal*. Tucaman: Universidad Nacional de Tucumán.

Repagas. (Febrero de 2020). *Liofilización: una técnica de vanguardia*. Obtenido de https://www.repagas.com/liofilizacion/

REPAGAS. (Febrero de 2020). *Liofilización: una técnica de vanguardia*. Obtenido de https://www.repagas.com/liofilizacion/

Rivera et al. (2019). Elaboración de yogurt con probióticos (Bifidobacterium spp. y Lactobacillus acidophilus) e inulina. *SciElo*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200006

Romero, A. (2022). Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de yogur (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos). Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34941

Sáenz, J. C. (24 de Noviembre de 2021). *Veterinaria Digital*. Obtenido de Importancia del trigo en la alimentación: https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/

Salvador Aquise, A. A., & Davila Maras , A. M. (2023). Aceptabilidad de granolas energéticas con residuos sólidos enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados y

antioxidantes para disminuir el estreñimiento Huacho 2023. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*, 12.

Salvatierra, M. (2019). *Evaluación del efecto de cultivos probióticos presentes en yogurt sobre Staphylococcus aureus y a la producción de termonucleasa.* Latin. Nutr.

Tuárez, L. A. (2010). Elaboración de un producto untable a base de extracto hidrosoluble. 45. Recuperado el 31 de Mayo de 2024, de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4913/1/08096.pdf

Vazquez, Y. (22 de Marzo de 2024). *Sport life*. Obtenido de https://www.sportlife.es/nutricion/beneficios-unir-proteinas-probioticos_291667_102.html

Vera Hernández, O., & otros, y. (2021). *Efecto de la inulina sobre las caracteristicas textuales de geles tipo Surimi a basa de trucha arcoiris.*

Villamil, R., Roberto, G., Mendoza, M., Guzmán, M., Cortés, L., & Méndez, C. (2020). Desarrollo de productos lácteos: Una revisión de literatura. *Revista Chilena de Nutrición*. Obtenido de https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601018

ANEXOS

Anexo 1 Localización de la investigación



Complejo agroindustrial
Campus Laguacoto II - UEB



Anexo 2 Análisis de laboratorio

CENTRO DE ACOPIO BOLIVAR

LABORATORIO LÁCTEO

Guaranda 15 de agosto del 2023

INFORME DE ANÁLISIS DE LECHE CRUDA

En la tabla se detalla los resultados del análisis bromatológico y físico químico de leche de vaca cruda

SOLICITANTE	Britney Alejandra Bajaña Gaibor	
CÉDULA	1208400919	
FECHA DE RECEPCIÓN	14 /08 /2023	
FECHA DE ANÁLISIS	14/08 /2023 16:00H	
REQUISITOS	**LECHE DE VACA**	**RANGOS DE ACEPTACION**
Prueba de estabilidad(alcohol)	Negativo	*Negativo*
pH	6.79	*6.66 - 6.86*
% Acidez láctica	14.0	*13.5 a 16.2 °D*
Densidad	1.030	*1.028-1.032*
% Grasa	3.87	*Min: 3.2 %*
% Proteína	3.21	*Min: 3.0*
% Sólidos No grasos	8.38	*Min: 8.2*
% Lactosa	4.55	*Min: 4.0*
Agua	0.00	*0.00*
Reductasa	5 horas	*Min 3 horas*

Atentamente,

HERNAN ENRIQUE ARROYO MUNOZ

Dr. Hernán Arroyo
Gerente General

Ing. Doris Campaña
Responsable de Laboratorio

INFORME DE ENSAYOS Nº237

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Muestra	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado - Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado - Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado - Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado - Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado - Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado - Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado - Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado
Código asignado UEB	INV 451 –INV452- INV453 – INV454 – INV455 – INV456 – INV457 – INV458
Estado de la muestras	Viscosa
Envase de recepción	botella de plástico
Análisis requerido(s)	pH, acidez titulable, grasa, fibra
Fecha de recepción	05 de Septiembre de 2023
Fecha de análisis	05 de Septiembre-05 de Octubre 2023
Fecha de informe	05 de Octubre 2023
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

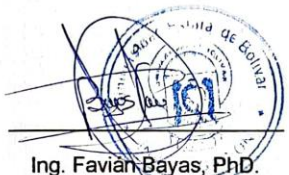
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV451	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado	Fibra	%	WEENDE	2,75
INV452	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				3,67
INV453	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				5,65
INV454	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado				6,11
INV455	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado				2,75
INV456	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				3,67
INV457	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				5,23
INV458	Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado				6,11

INV451	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado	Grasa	%	AOAC 2003.06	3,00
INV452	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				3,59
INV453	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				3,26
INV454	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado				3,62
INV455	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado				3,00
INV456	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				3,58
INV457	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				3,26
INV458	Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado				3,58
INV451	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado	pH	-------	Potenciómetro	4,41
INV452	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				4,43
INV453	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				4,49
INV454	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado				4,49
INV455	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado				4,41
INV456	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				4,49
INV457	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				4,44
INV458	Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado				4,50
INV451	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado	Acidez Titulable	% en masa de ácido láctico	INEN 0013	0.83
INV452	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				0.83
INV453	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				0.83
INV454	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado				0.83
INV455	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado				0.83

INV456	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado				0.83
INV457	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado				0.83
INV458	Yogurt 2% de inulina – 4% de salvado				0.83

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

INFORME Nº 239-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Muestra	Yogurt con combinaciones de porcentajes prebióticos (inulina y salvado de trigo)
Código asignado UEB	INV- 451; INV- 452; INV- 453; INV- 454; INV- 455; INV- 456; INV- 457; INV- 458
Estado de la muestra	Viscoso
Envase de recepción	Frasco plástico
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total
Fecha de recepción	05/09/2023
Fecha de análisis	04/10/2023
Fecha de informe	05/10/2023
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 451	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,66	3,63
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1				3,61	
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1				3,62	
INV- 452	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,65	3,69
	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1				3,70	
	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1				3,70	
INV- 453	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R2	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,61	3,63
	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R2				3,65	
	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R2				3,63	
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1				4,08	

INV- 454	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	4,15	4,13
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1				4,19	
INV- 455	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,67	3,64
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1				3,62	
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1				3,65	
INV- 556	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,75	3,79
	Yogurt 1 % de inulina - 4% de salvado R1				3,78	
	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1				3,85	
INV- 457	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	3,75	3,75
	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado R1				3,78	
	Yogurt 2% de inulina - 2% de salvado R1				3,73	
INV- 558	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	4,33	4,31
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1				4,30	
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1				4,31	

Las muestras son realizadas con tres réplicas

Dr. Favian Bayas Morejón
Director DIVIUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda. Provincia Bolívar, Ecuador	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS Nº093

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Britney Bajaña
Muestra	Yogur liofilizado con prebióticos
Código asignado UEB	INV055 – INV056 – INV057 – INV058
Estado de la muestras	Pulverizados
Envase de recepción	Bolsas metalizadas
Análisis requerido(s)	Fibra cruda
Fecha de recepción	05 de marzo de 2024
Fecha de análisis	05-07 de marzo 2024
Fecha de informe	12 de marzo de 2024
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS BROMATOLÓGICOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV055	Yogur liofilizado con prebióticos (1% inulina y 2% de salvado de trigo)	Fibra	%	WEENDE	9,07
					9,09
					9,11
INV056	Yogur liofilizado con prebióticos (1% inulina y 4% de salvado de trigo)				9,52
					9,29
					9,42
INV057	Yogur liofilizado con prebióticos (2% inulina y 2% de salvado de trigo)				10,51
					10,24
					10,40
INV0588	Yogur liofilizado con prebióticos (2% inulina y 4% de salvado de trigo)				11,42
					11,37
					11,40

Los análisis realizados fueron con tres réplicas

Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	FPG12-01
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME Nº 082-2024

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Muestra	Yogurt liofilizado con prebióticos
Código asignado UEB	INV- 055, INV- 056; INV- 057; INV – 058
Estado de la muestra	Liofilizado
Envase de recepción	Envase flexible
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total
Fecha de recepción	24/01/2023
Fecha de análisis	18/01/2024
Fecha de informe	21-02-2024
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV-055	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	28,01	28,01
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R2				28,39	
	Yogurt 1% de inulina - 2% de salvado R3				27,63	
INV-056	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	26,67	26,82
	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R2				26,80	
	Yogurt 1% de inulina - 4% de salvado R3				26,99	
INV-057	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	26,16	25,92
	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R2				25,71	
	Yogurt 2 % de inulina - 2% de salvado R3				25,90	
INV-058	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	23,35	23,61
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R2				23,86	
	Yogurt 2% de inulina - 4% de salvado R3				23,61	

Las muestras son realizadas con tres réplicas.

Universidad Estatal de Bolívar

Dr. Favian Bayas Morejón

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°094

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Britney Bajaña
Muestra	Yogur liofilizado con prebióticos Yogur liofilizado con prebióticos (1% inulina y 2% de salvado de trigo)
Código asignado UEB	INV055
Estado de la muestras	Pulverizadas
Envase de recepción	Bolsas metalizadas
Análisis requerido(s)	Humedad, ceniza, grasa
Fecha de recepción	19 de febrero de 2024
Fecha de análisis	19 -20 de febrero 2024
Fecha de informe	12 de marzo de 2024
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV055	Yogur liofilizado con prebióticos (1% inulina y 2% de salvado de trigo)	Humedad	%	AOAC 925.10	5,30
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,95
		Grasa	%	AOAC 2003.06	12,80

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.

Universidad Estatal de Bolívar

Ing. Pavian Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	FPG12-01
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME Nº 091-2024

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Muestra	Yogurt liofilizado
Código asignado UEB	INV 055
Estado de la muestra	Liofilizado
Envase de recepción	Envase plástico flexible
Análisis requerido(s)	Determinación de calcio.
Fecha de recepción	24/01/2024
Fecha de análisis	28/02/2024
Fecha de informe	04/03/2024
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Identidad de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Resultado
INV 055	Yogurt liofilizado 1% inulina, 2% de salvado de trigo.	Conteo de lactobacillus	UFC	Plaqueo de disoluciones seriadas	$1{,}00 \pm 0{,}27 \times 10^{7} UFCg^{-1}$

Dr. Fabian Bayas Morejon
Director DIVIUEB

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME Nº 090-2024

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Britney Alejandra Bajaña Gaibor
Muestra	Yogurt liofilizado
Código asignado UEB	INV 055
Estado de la muestra	Liofilizado
Envase de recepción	Envase plástico flexible
Análisis requerido(s)	Determinación de calcio.
Fecha de recepción	24/01/2024
Fecha de análisis	28/02/2024
Fecha de informe	04/03/2024
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Identidad de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Resultados	Promedio
INV 055	Yogurt liofilizado 1% inulina, 2% de salvado de trigo. R1	Ca	mg/100g de yogurt liofilizado	Absorción atómica	544,07	543,59
	Yogurt liofilizado 1% inulina, 2% de salvado de trigo. R2				542,78	
	Yogurt liofilizado 1% inulina, 2% de salvado de trigo. R3				543,93	



Dr. Favian Bayas Morejón
Director DIVIUEB

Anexo 3 Manejo de ensayo

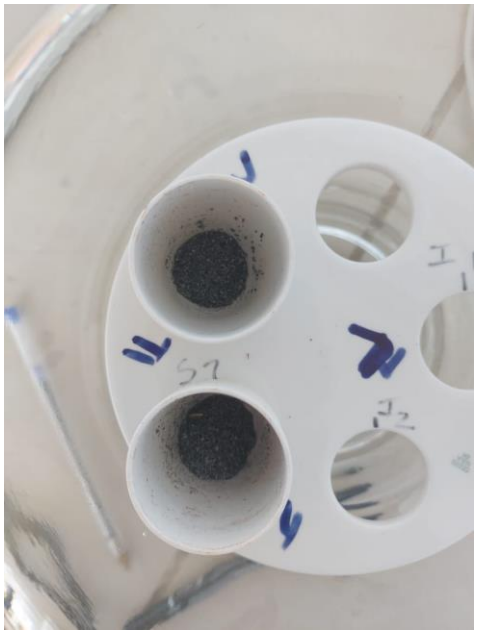
Análisis físico de las materias prima.



Pesado de muestras



Solidos totales de la leche



Cenizas de las fibras



Humedad de las fibras

Análisis físico químico del yogur bebible con características prebióticas.



Elaboración de yogur



Yogur bebible con fibras



Determinación de pH



Acidez titulable yogur



Determinación de grasa



Determinación de fibra



Pesado de muestras



Determinación de proteína

Análisis físico químico y microbiológico del yogur criodesecado con características prebióticas.



Criodesecado del yogur



Evaluación sensorial



Determinación de cenizas



Determinación de humedad



Determinación de grasa



Plaqueo de disoluciones seriada

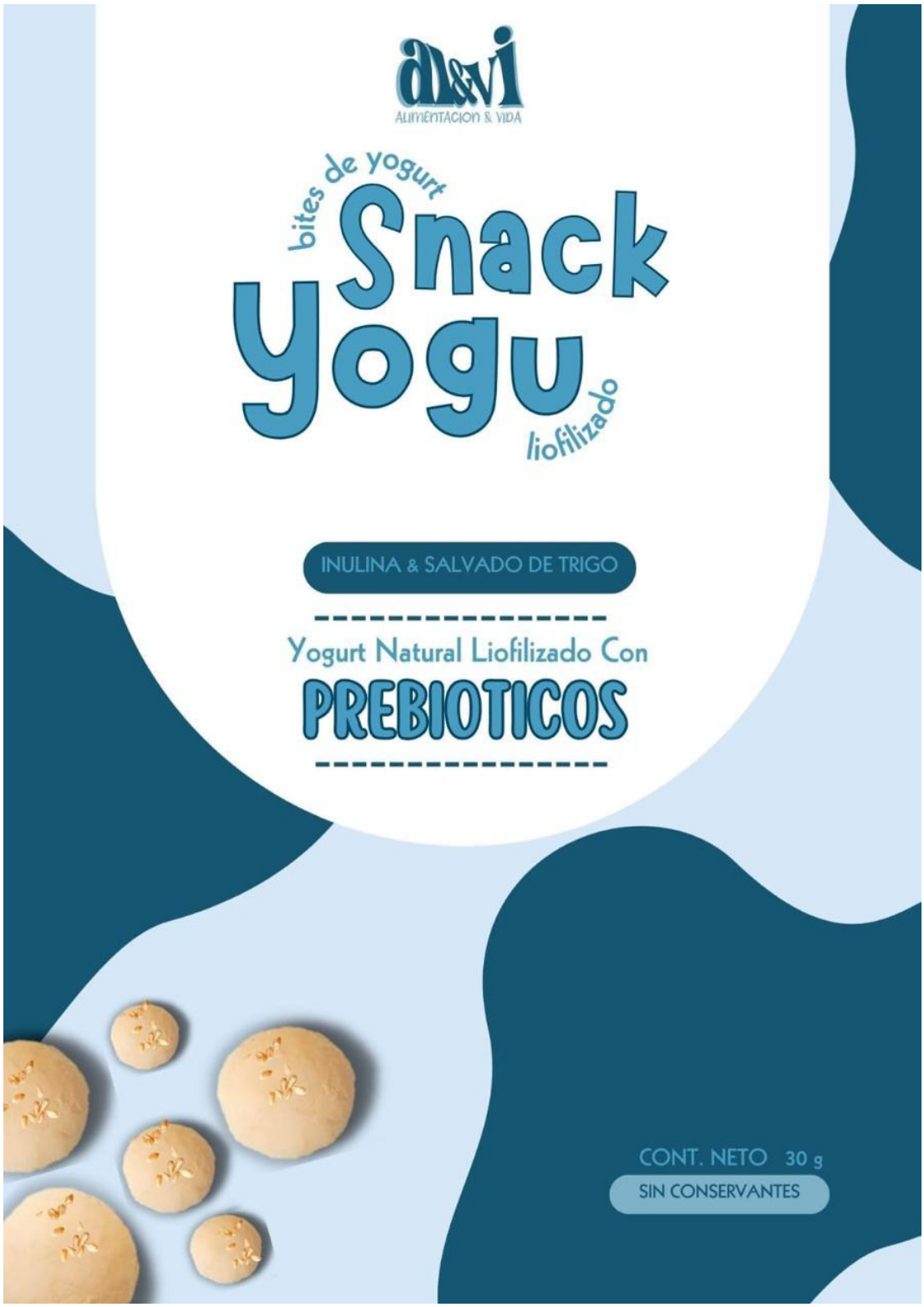


Determinación de fibra



Determinación de calcio

Anexo 4 Imagen comercial



INFORMACION NUTRICIONAL	
Porciones por envase 30 g	
Calorías	118,39 Kcal
Fibra alimentaria	2,73 g
Grasa total	3,84 g
Proteína	8,40 g
Calcio	162,92 mg
Valores diarios requeridos en base a una dieta diaria de 8383kJ (2000 calorias)	



INGREDIENTES:
Leche descremada pasteurizada estandarizada (100%) , azúcar (12%) , inulina (1%). salvado de trigo(2%), fermento láctico (1.5)

Descubre una manera divertida de consumir yogurt, bocaditos de yogurt liofilizado contiene prebióticos y probióticos, ayudando a la salud digestiva. Sin conservantes artificiales.

¡SE DESAHACEN EN LA BOCA!

MANTENER EN UN LUGAR FRESCO Y SECO

HECHO EN ECUADOR

Síguenos
@yogu.snack.ec

ELABORADO POR:

Elaboración: 15/01/2024
Lote: A15012024

Anexo 5 Formato de análisis sensorial

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Fecha:
Nombre:

Introducciones: Por favor leer detenidamente cada una de las características a evaluar y marcar con una X o un visto, el nivel en el que usted considere que cada una de las características se encuentra

CARACTERISTICA	ESCALA - VALOR	T1	T2	T3	T4
Sabor	Muy buena (5)				
	Buena (4)				
	Aceptable (3)				
	Regular (2)				
	Malo (1)				
Color	Muy buena (5)				
	Buena (4)				
	Aceptable (3)				
	Regular (2)				
	Malo (1)				
Olor	Muy buena (5)				
	Buena (4)				
	Aceptable (3)				
	Regular (2)				
	Malo (1)				
Textura	Muy buena (5)				
	Buena (4)				
	Aceptable (3)				
	Regular (2)				
	Malo (1)				
Aceptabilidad	Muy buena (5)				
	Buena (4)				
	Aceptable (3)				
	Regular (2)				
	Malo (1)				

Observacion:……
……..

Fuente: Elaboración propia. (2023)

Anexo 6 Glosario de términos técnicos

Antihipertensivos: Son medicamentos utilizados para disminuir el riesgo cardiovascular en los pacientes con hipertensión arterial controlando la presión arterial hasta niveles adecuados.

Antimicrobianos: En particular los antibióticos, los antivíricos, los antifúngicos y los antiparasitarios– son medicamentos que se utilizan para prevenir y tratar infecciones en los seres humanos, los animales y las plantas.

Bacterias lácticas: son Gram-posltivas, formadoras de no esporas, no motilidad, forma de cocos y carencia de catalasa. Son cocos y bacilos de longitud variable y de un grosor de 0.5 - 0.8 µm, son anaerobias facultativas y catalasa negativa.

Bifidobacterias: Es un género de bacterias gram-positivas, anaeróbicas, no motiles, con frecuencia de aspecto ramificado (de ahí el nombre).

Chicoria: Planta herbácea de hojas lanceoladas, ásperas, de borde recortado y comestibles, flores grandes, agrupadas en capítulos, de color azul vivo, y raíz carnosa, de sabor amargo.

Desecación: es el proceso de eliminación de la humedad de un sólido y conservación de un ambiente seco para los materiales sensibles a la humedad. Existen distintos tipos de desecadores, cada uno de ellos con características diferentes.

Desorción: Es un fenómeno por el cual una sustancia se libera desde o a través de una superficie. El proceso es el opuesto a la sorción (es decir, adsorción o absorción).

Fructooligosacáridos: es un oligosacárido lineal formado por entre 10 y 20 monómeros de fructosa, unidos por enlaces β (1→2) y que pueden contener una molécula inicial de glucosa. Un ejemplo típico de fructooligosacàrido es la 1-kestosa.

Glucuronidasa: Enzima que hidroliza el enlace glucosídico en el cual reside la función reductora del ácido glucurónico. Está presente en todos los tejidos animales, principalmente en el hígado y el bazo; interviene en la degradación del ácido hialurónico.

Hemicelulosa: Es un término colectivo para las mezclas de polisacáridos (azúcares múltiples), que se producen en la masa vegetal en composiciones variables. Las hemicelulosas son componentes de las paredes celulares de las plantas cuya matriz consiste en celulosa fibrilar parcialmente cristalina.

Hipolipemiantes: Son un grupo heterogéneo de fármacos que, actuando por distintos mecanismos de acción, modifican las diferentes fracciones lipídicas mejorando su perfil y conduciendo a una reducción de los eventos cardiovasculares

Inmunomoduladores: Son sustancias que se usan en la inmunoterapia para mejorar la respuesta inmunitaria del cuerpo contra el cáncer.

Lignina: Es uno de los polímeros más abundantes en la naturaleza y su aparición fue determinante para que las plantas pudieran colonizar los ecosistemas terrestres

Liofilización: Es una técnica de conservación de alimentos basada en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. Consiste en congelar el producto y posteriormente remover el hielo por sublimación, aplicando calor en condiciones de vacío. De esta forma se evita el paso a la fase líquida del agua contenida en el alimento.

Pasteurización: Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

Probiótico: Son alimentos o suplementos que contienen microorganismos vivos destinados a mantener o mejorar las bacterias buenas del cuerpo. Los prebióticos son alimentos que actúan como nutrientes para la microbiota humana. Los

prebióticos se utilizan con la intención de mejorar el equilibrio de estos microorganismos.

Simbiótico: Es una preparación farmacéutica o alimentaria que contiene una o más especies de probióticos e ingredientes prebióticos. Así, un producto simbiótico ejerce un efecto probiótico y prebiótico.